

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DE PRODUCCION DE BIOSURFACTANTES UTILIZANDO
RESIDUOS AGRICOLAS Y AGROINDUSTRIALES

Por

JOSE DE JESUS CARRASCO CERVANTES

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería Ambiental

Diciembre, 2008

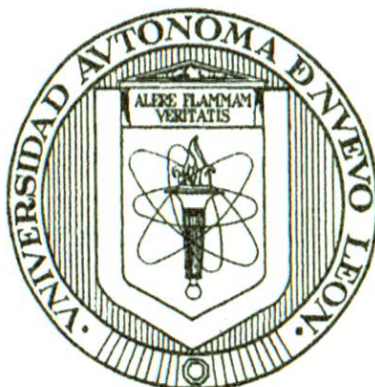
T
TD658
P3
2007
c.3



1090016985

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



T
TD658
P3
2007
G.3

MANEJO INTEGRAL Y CONTROL DEL AGUA PLUVIAL EN LA CUENCA
BALCONES DEL CAMPESTRE

Por

ROMEO PALACIOS SUÁREZ

Como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con especialidad en
Ingeniería Ambiental

Octubre 2006.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

COMPROBANTE DE CORRECCIÓN

Tesista: ROMEO PALACIOS SUÁREZ

Tema de la tesis: MANEJO INTEGRAL Y CONTROL DEL
AGUA PLUVIAL EN LA CUENCA BALCONES
DEL CAMPESTRE.

Este documento certifica la corrección DEFINITIVA
del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográfico,
metodológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

(NINGUNA)

Nombre y firma de quien corrigió:

Ramón Longoria
Arq. Ramón Longoria Ramírez

Justino César González Álvarez
M.I. JUSTINO CÉSAR GONZÁLEZ ALVAREZ
SUBDIRECTOR DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Ciudad Universitaria, a 23 de OCTUBRE de 2007

Ing. Justino César González Álvarez, M. en I.
Subdirector de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León

Estimado Ing. González Álvarez:

En atención a su oficio, en el que me informa que he sido designado como Evaluador de la tesis **"MANEJO INTEGRAL Y CONTROL DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE"**. Que presenta el **Ing. Romeo Palacios Suárez**, como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental, comunico a Usted que he leído y evaluado la calidad de dicha tesis, considerándola como **APROBADA.**

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración que considere pertinente.

ATENTAMENTE



M.C. JUAN MANUEL CHAPA GUERRERO
Evaluador de Tesis de Maestría

Ing. Justino César González Álvarez, M. en I.
Subdirector de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León

Estimado Ing. González Álvarez:

En atención a su oficio, en el que me informa que he sido designado como Evaluador de la tesis **"MANEJO INTEGRAL Y CONTROL DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE"**. Que presenta el Ing. Romeo Palacios Suárez, como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental, comunico a Usted que he leído y evaluado la calidad de dicha tesis, considerándola como **APROBADA.**

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración que considere pertinente.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' and 'L' intertwined, with several vertical strokes across the middle.

DR. JIMMY L. LOAIZA NAVIA
Evaluador de Tesis de Maestría

**“MANEJO INTEGRAL Y CONTROL DEL AGUA PLUVIAL EN LA CUENCA
BALCONES DEL CAMPESTRE”**

Aprobación de la tesis:



DR. JIMMY L. LOAIZA NAVIA
Evaluador



M.C. JUAN MANUEL CHAPA GUERRERO
Evaluador



M.I. JUSTINO CESAR GONZALEZ ALVAREZ
Subdirector de Estudios de Posgrado



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ING. LAZARO VARGAS GUERRA
DIRECTOR DEL DEPTO. ESCOLAR Y
DE ARCHIVO DE LA U.A.N.L.
TORRE DE RECTORIA
PRESENTE.-

Estimado Ing. Vargas:

Por este conducto me permito comunicarle que el **Ing. Romeo Palacios Suárez**, pasante de la **Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental**, ha solicitado su examen de grado, para lo cual a cubierto la totalidad de los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra Institución. Le pido amablemente girar las instrucciones necesarias para el trámite correspondiente en el Departamento a su digno cargo.

Sin otro particular de momento me es grato enviarle un cordial saludo y reiterarme a sus respetables órdenes.

ATENTAMENTE,
"ALERE FLAMAM VERITATIS"
Cd. Universitaria a 31 de Octubre del 2007.

ING. JUSTINO CÉSAR GONZÁLEZ ÁLVAREZ M. en I.
SUBDIRECTOR DE ESTUDIOS DE POSGRADO

C.c.p. Archivo.



DIVISION DE ESTUDIOS
DE POSGRADO

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al M.I. Justino César González Álvarez asesor de mi tesis. Así como al M.C. Juan Manuel Chapa Guerrero y al Dr. Jimmy L. Loaiza Navia por formar parte del Comité de Tesis, por sus valiosas sugerencias e interés, en la revisión del presente trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

A mi novia Katia Susana Elizabeth Martínez Franco, que a pesar de la distancia siempre me apoyó en este proyecto y por su amor incondicional.

A mi padre, que desde algún lugar siempre me apoya y lo seguirá haciendo.

A Dios, por ser el motor y creador de todas las cosas.

A mi familia por el apoyo moral que siempre me ha brindado y a todas las personas que contribuyeron de una forma u otra en la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Pag. No.
I. Antecedentes	2
II. Objetivos: General y específicos	4
III. Alcances	4
IV. Área de estudio (ubicación)	5
V. Métodos	5
VI. Aspectos generales del estudio	6
VII. Análisis hidrológico	7
VII.1 Características fisiográficas de la cuenca.	8
VII.2 Método Racional Americano	11
VII.3 Método de Chow	12
VII.4 Memoria de cálculo empleando el método Racional Americano en condiciones de con y sin urbanización.	14
VII.5 Memoria de cálculo empleando el método de Chow.	31
VIII. Memoria de cálculo de las estructuras pluviales (bocas de tormenta, alcantarillas y cunetas)	50
IX. Revisión hidráulica de las estructuras pluviales (boca de tormentas, alcantarillas y cunetas)	84
X. Memoria de cálculo de las estructuras de control (tránsito de avenidas en embalses y cálculo estructural de las presas reguladoras de flujo).	86
XI. Conclusiones y recomendaciones	268
BIBLIOGRAFÍA	273
APÉNDICES	275
A. Datos de lluvia para la estación climatológica Monterrey y generación de curvas I- D -Tr	276
B. Planos	284
B.1 General de ubicación	285
B.2 Ubicación de estructuras pluviales y de control	286
B.3 Diseño de estructuras de control	287
C. Resumen autobiográfico	288

I. Antecedentes

Ya no es noticia que año con año las inundaciones y las catástrofes relacionadas con fenómenos hidrometeorológicos sean cada vez más agudas. Esto es debido a una serie de factores en donde el hombre ha tenido mucho que ver para incrementar de manera significativa esos factores y alterar el ciclo natural hidrológico

La urbanización, el desmonte y la tala inmoderada, por mencionar algunos factores, cambian de manera tajante el régimen de escurrimiento. De manera natural, cuando llueve, dependiendo del tipo de terreno, escurre entre un 5 y un 35%; el resto se infiltra y otro porcentaje más pequeño se evapotranspira.

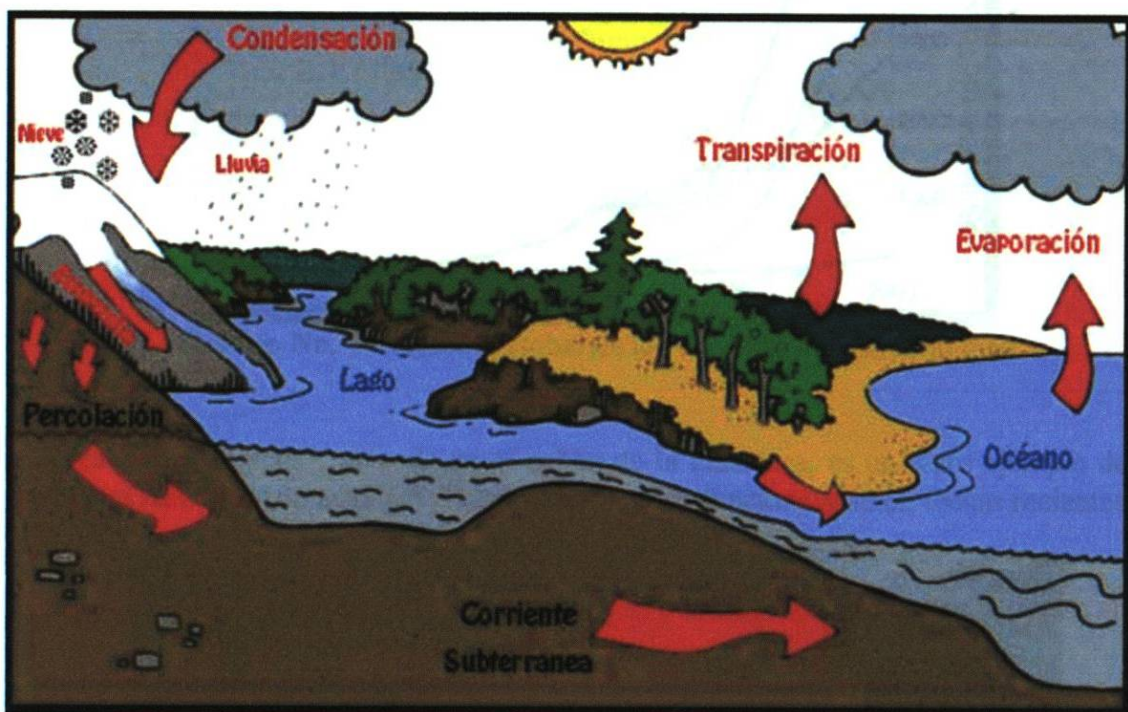


Foto No. 1 El ciclo natural hidrológico

Aunado a la alteración del ciclo hidrológico, se encuentra el calentamiento global del planeta, debido a las emisiones de CO_2 a la atmósfera. Esto genera que se favorezcan las condiciones para que se formen ciclones o perturbaciones tropicales (temperatura del mar por arriba de 27°C , sistema de baja presión en la superficie y bajos valores de cizalladura del viento).

Tradicionalmente, la ingeniería pluvial se enfocaba a conducir y desalojar el agua pluvial, sin importar que el problema solo se trasladaba y se incrementaba aguas abajo de una cuenca. Por tal motivo, resulta de vital importancia manejar y controlar el agua pluvial integralmente.

Una opción viable en nuestro medio, para controlar el agua pluvial es a través de pequeñas presas reguladoras. Presas de gravedad, construidas con rocas del sitio, utilizando la técnica de los gaviones u otra semejante.

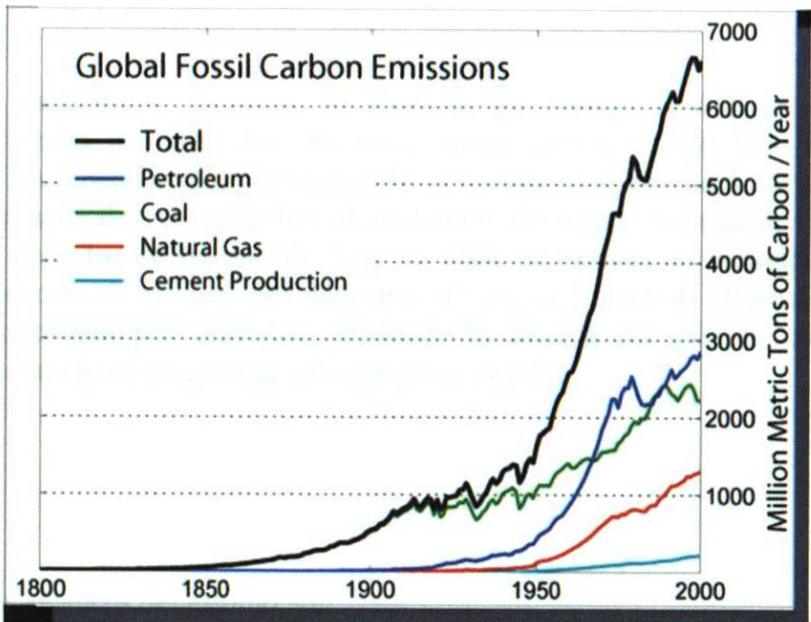


Gráfico No. 1. Aumento global de las emisiones de carbono fósil

La presa “Rompepicos”, ubicada en el cañón de la Huasteca, es un claro ejemplo de una estructura de control de avenidas, la cual demostró su funcionalidad en fechas recientes.



Foto No. 2 Ubicación de la presa “Rompepicos”

II. Objetivos: General y específicos

El Objetivo General del presente estudio, es diseñar las estructuras pluviales y de control y regulación de flujo de una cuenca ubicada en el flanco Noroeste del Cerro El Mirador, en donde esta proyectado construir un fraccionamiento denominado “Balcones del Campestre”.

Los objetivos específicos, incluyen: a) Realizar un estudio hidrológico de la cuenca, utilizando al menos dos métodos (Racional Americano y Chow) bajo dos escenarios (urbanizado y sin urbanización). b) Subdividir la cuenca en subcuencas, de acuerdo con los escurrimientos naturales e inducidos al momento de trazar las calles. c) Modelar las avenidas para periodos de retorno de 20 y 50 años, utilizando un método semigráfico, a partir de la ecuación de continuidad dado en diferencias finitas. d) Diseñar estructuras de control que funcionen por gravedad utilizando la técnica del gavión, con base en los resultados de la modelación en cada subcuenca en estudio.

III. Alcances

Los principales alcances del estudio son:

- 1.- Realizar un estudio hidrológico de la cuenca, utilizando el método Racional Americano y el método de CHOW, en dos escenarios: con y sin urbanización.
- 2.- Generar las curvas I-D-Tr, a partir de los datos de precipitación máxima en 24 horas, para la estación climatológica Monterrey.
- 2.- Realizar la modelación o el tránsito de avenidas en vasos, para cada una de las estructuras propuestas, utilizando un método semigráfico.
- 3.- Diseñar las estructuras de control, como pequeñas represas de gravedad, utilizando la técnica de los gaviones.
- 4.- Diseñar estructuras pluviales, tales como cunetas, bocas de tormenta y alcantarillas pluviales.
- 5.- Recomendar sistemas que propicien la infiltración del agua pluvial, tales como:
 - 5.1 Colocación de pavimentos porosos en las calles
 - 5.2 Trincheras de infiltración ubicadas en áreas verdes y patios de casa.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde al flanco Noroeste del Cerro el Mirador, en el municipio de San Pedro Garza García, en una cuenca de aproximadamente 0.373 km². La elevación media de la cuenca en estudio es de 705 m.s.n.m. Colinda con las siguientes colonias: Colonial San Agustín, Lomas de San Agustín, Balcones del Campestre y Real del Valle.



Figura No. 1. Ubicación del área de estudio

V. Métodos

El método a seguir, consiste en una revisión bibliográfica sobre los aspectos de hidrología, así como otros estudios hidrológicos realizados en otras cuencas cercanas, como la realizada en la cuenca de Chupaderos, en recopilar información climatológica de lluvias de la estación climatológica más cercana y darle un tratamiento estadístico para generar las respectivas curva I-D-Tr, inspecciones en campo para verificar físicamente el estado de la cuenca en estudio, integrar la información topográfica en detalle de la zona, calcular los tiempo de concentración y de retardo, así como determinar los hidrogramas de entrada de cada una de las estructuras de control propuestas, ajustar a una ecuación las curvas elevaciones contra capacidades y elevación contra áreas de inundación.

También se deberán de diseñar estructuras pluviales, a partir de las ecuaciones utilizadas en hidráulica de canales, empleando la ecuación de Manning, fundamentalmente. Así también se habrán de diseñar estructuras de control, a partir del tránsito en embalses para un periodo de retorno determinado. Finalmente se elaborará el cálculo estructural de las mismas, funcionando por gravedad.

VI. Aspectos generales del estudio

La cuenca forma parte de un anticlinal de la Sierra Madre Oriental y las unidades geológicas presentes en el área están conformadas por rocas de origen sedimentario, constituidas por: limos (limonitas), gravas, cantos rodados, lutitas (arcilla compactada), margas, arcilla y calizas.

La vegetación nativa del sitio presenta estratos arbóreos como Mezquite (*prosopis glandulosa*), huizache (*acacia farnesiana*), anacahuita (*cordia boissieri*), estrato arbustivo Chaparro Prieto (*Acacia rigidula*), cenizo (*leucophillum frutescens*), y algunas opuntias como el tasajillo (*opuntia leptocaulis*) y nopal de monte (*opuntia engelmannii*).

Dentro del marco legal, cabe señalar que en diciembre del 2005 y en enero del 2006 se llevaron a cabo importantes reformas legales en materia de zonas de riesgo en la Ley de Ordenamiento Territorial de los Asentamiento Humanos y de Desarrollo Urbano en Nuevo León (LOTAH DU); y en la ley de Responsabilidades de los Servidores Públicos del Estado y Municipio de Nuevo León, las cuales establecen normas, sistemas, procedimientos y sanciones, para el incumplimiento a lo dispuesto para las zonas de riesgo que se determinen en el Atlas de Peligros Naturales y Riesgos, que actualmente se está elaborando en su segunda etapa para el Área Metropolitana de Monterrey y la Región Periférica, por parte de la Agencia para la Planeación y Desarrollo Urbano de Nuevo León.

VII ANÁLISIS HIDROLÓGICO

La hidrología es la ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre; sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, y con los seres vivos.

La rama de la hidrología que se ocupa para el diseño de obras hidráulicas, como son las alcantarillas, puentes, presas, diques, etc., es precisamente la hidrología aplicada o ingeniería hidrológica.

Uno de los objetivos de la ingeniería hidrológica es relacionar una tormenta dada para un periodo de retorno, con el escurrimiento a la salida de la cuenca. Es muy común que la mayor parte de las cuencas carezcan de estaciones de aforo y en donde los ríos son efímeros, es casi seguro suponer que no existen dispositivos de aforo. En tales circunstancias, es necesario apoyarse en los datos históricos de precipitación de la estación climatológica más cercana.

Los principales parámetros que intervienen en el proceso de conversión de lluvia a escurrimiento son los siguientes:

1. El área de la cuenca.
2. La altura total de precipitación
3. Las características generales o el promedio de la cuenca (forma, pendiente, vegetación, etc.).
4. La distribución de la lluvia en el tiempo.
5. La distribución de la lluvia en el espacio y las características de la cuenca.

Se ha desarrollado una gran cantidad de métodos para analizar la relación lluvia-escurrimiento, tales como el método de la Envolvente de Lowry, que sólo toma en cuenta el área, la Fórmula Racional y los de Hidrograma Unitario, como el de Chow.

En el presente estudio se utilizarán el Método de la Fórmula Racional y el de Chow.

VII.1 Características fisiográficas de la cuenca

Una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde, si fuera impermeable, las gotas de lluvia que caen sobre ella tenderían a ser drenadas por el sistema de corrientes, hacia un mismo punto de salida.

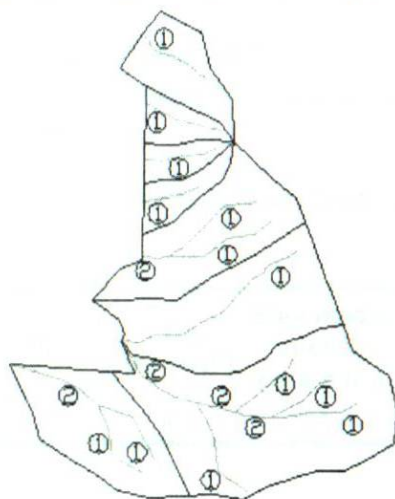
Entre la lluvia y el escurrimiento ocurren varios fenómenos que condicionan la relación entre uno y otro, y que están controlados por las características geomorfológicas de la cuenca y su urbanización. Dichas características son:

VII.1.1 El orden de las corrientes.

Un orden de corrientes alto o una densidad elevada refleja una cuenca altamente disectada, que responde rápidamente a una tormenta. Las densidades u órdenes de corrientes pequeñas se observan donde los suelos son muy resistentes a la erosión o muy permeables; donde estos indicadores son elevados, los suelos se erosionan fácilmente o son relativamente impermeables, las pendientes altas y la cobertura vegetal escasa.

El área en estudio es una cuenca truncada por la urbanización; por tal motivo, se ha dividido en 8 subcuencas, de las cuales, la mayor es de orden 2, tal como se puede apreciar en el siguiente esquema.

Cuenca en estudio
orden de corrientes



VII.1.2 Densidad de corrientes, D_s .

Otro indicador del grado de bifurcación o eficiencia de una cuenca es la densidad de corrientes D_s , definida como el número de corrientes perennes e intermitentes por unidad de área. Dado que la cuenca en estudio no cuenta con corrientes perennes ni intermitentes, la Densidad de Corrientes, D_s en este caso es "Cero".

VII.1.3 Densidad de drenaje, D_d .

Definida como la longitud de corrientes por unidad de área.

$$D_d = L_s/A$$

Donde:

D_d = Densidad de drenaje

L_d = Longitud total de las corrientes

A = Área total de la cuenca

L_d (km)	A (km ²)	D_d (km/km ²)
3.169	0.373	8.5

VII.1.4. Elevación media de la cuenca

Para el cálculo de la Elevación Media de la Cuenca, se promedió la elevación media de todas las corrientes principales de cada subcuenca, dando como resultado: 705.3 m.s.n.m.

VII.1.5 Pendiente media del cauce principal de la cuenca

Uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta es la pendiente del cauce principal. Dado que esta pendiente varía a lo largo del cauce, es necesario definir una pendiente media.

El cálculo de la pendiente media del Cauce Principal de la cuenca Balcones del Campestre, se estimó tomando el desnivel de los extremos de la corriente dividido entre su longitud medida en planta. El valor de esta pendiente media resultó ser de: **0.153**

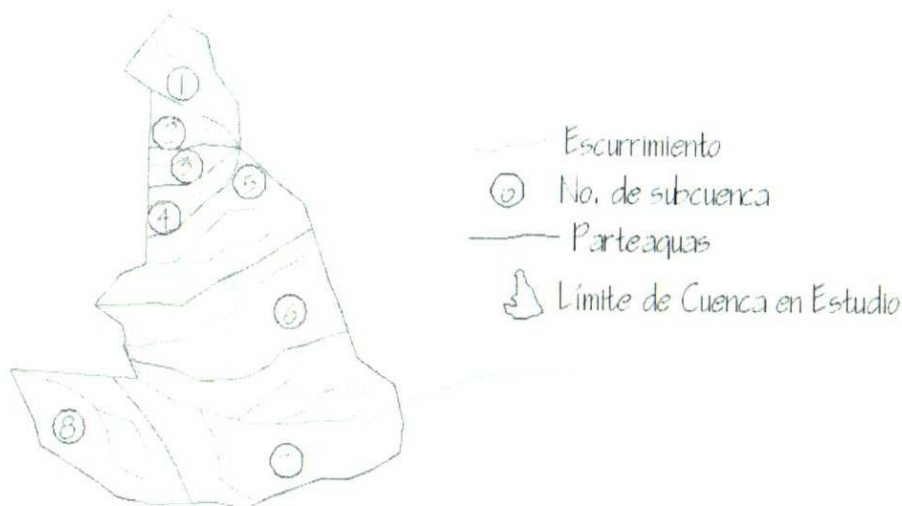
En la siguiente tabla se muestra el resumen de todas las características fisiográficas de la cuenca Balcones del Campestre.

Área (km ²)	Long, cauce Ppal. (km)	D _s	D _d (km/km ²)	Elev media cuenca (m.s.n.m.)	S media del cauce Ppal.	Orden de corrientes
0.373	.549	0	8.5	705.3	0.153	2

Algunos de los resultados anteriores, se desprenden de los cálculos realizados en la siguiente tabla, referenciada también al esquema también abajo expuesto:

Sub cuenca	Área (km ²)	Long. total de corrientes(m)	Long. cauce ppal. (m)	Orden de corriente	Cota entrada (m.s.n.m.)	Cota salida (m.s.n.m.)	Elevación media (m.s.n.m.)	S media del cauce ppal.	Tiempo de concentración Tc (hr)
1	0.027	159.57	159.57	1	710	675	692.5	0.219	0.029
2	0.012	163.23	163.23	1	720	678	699.0	0.257	0.028
3	0.010	152.35	152.35	1	720	682	701.0	0.249	0.027
4	0.013	119.51	119.51	1	710	687	698.5	0.192	0.024
5	0.057	514.61	290.65	2	730	685	707.5	0.155	0.053
6	0.076	427.15	427.15	1	750	686	718.0	0.150	0.072
7	0.124	1071.36	549.27	2	770	686	728.0	0.153	0.086
8	0.054	561.61	381.09	2	720	675	697.5	0.118	0.072
Total	0.3731	3169.39	2242.82	Elev. Media de la Cuenca			705.3		
Longitud total del cauce principal (m)								549.27	
Densidad de drenaje, D _d (km/km ²)								8.50	
Pendiente media del cauce principal (subcuenca No. 7)								0.153	

Cuenca en estudio División en Subcuencas



VII.2 Método de la Fórmula Racional.

La fórmula racional es posiblemente el modelo más antiguo de la relación lluvia-escorrentamiento. Este modelo toma en cuenta, además del área de la cuenca, la altura o intensidad de la precipitación y es hoy en día muy utilizado.

La fórmula racional tiene la siguiente expresión:

$$Q = 0.278 C i A \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde :

Q = Gasto de la Avenida máxima (m^3/seg)

A = Área de la cuenca en Km^2

C = Coeficiente de escorrentamiento que esta en función de las características físicas de la cuenca y que representa la fracción de lluvia que escurre en forma directa.

i = Intensidad de la lluvia asociada a un periodo de retorno Tr y a una duración de tormenta (mm/hr) .

Considerando que el gasto máximo provocado por una tormenta con intensidad constante y distribuida uniformemente sobre toda la cuenca se alcanza cuando se alcanza el tiempo de concentración, se tomará como duración de la tormenta el tiempo de concentración, que equivale al tiempo que tarda el agua en pasar del punto más alejado hasta la salida de la cuenca.

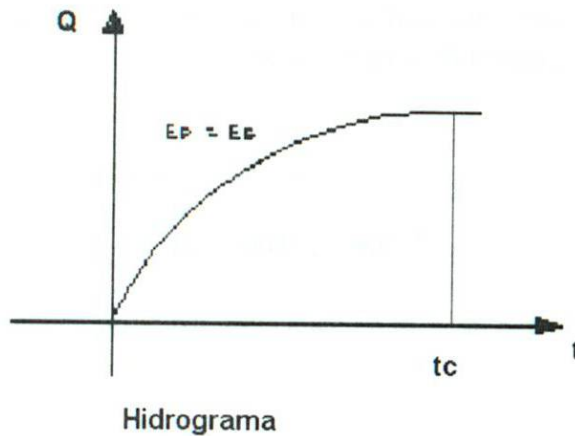
Kirpich propone la siguiente ecuación para determinar el tiempo de concentración,

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \quad \dots\dots\dots (2)$$

t_c = Tiempo de concentración en hrs.

L = longitud del cauce principal, expresada en metros

S = pendiente del cauce principal



La memoria de cálculo y sus resultados se pueden observar en las siguientes hojas de cálculo.

VII.3 Método de Chow

Chow desarrolló un método para el cálculo del gasto pico de hidrogramas de diseño de alcantarillas y otras estructuras de drenaje pequeñas. Este método sólo proporciona el gasto pico y es aplicable a cuencas no urbanas, con área menor que 25 km².

El gasto pico Q_p de un hidrograma de escurrimiento directo puede expresarse como el producto de la altura de precipitación efectiva P_e por el gasto pico de un hidrograma unitario, q_p :

$$Q_p = q_p P_e$$

El gasto pico del hidrograma unitario, q_p , se expresa como una fracción del gasto de equilibrio para una lluvia con intensidad $i = 1$ mm/de

$$q_p = (1 \text{ mm/de}) A_c Z$$

donde Z es la fracción mencionada, que se denomina factor de reducción de pico. Si A_c se expresa en Km² y de en h, la ecuación anterior se puede escribir como:

$$q_p = (0.278Ac/de) Z$$

donde q_p está en $m^3/s/mm$

Sustituyendo ecuaciones, se tiene:

$$Q_p = (0.278 Pe Ac/de) Z$$

Dado que este método se usa en cuencas no instrumentadas, el procedimiento conveniente para valuar Pe a partir de la lluvia total P , es el de los números de escurrimientos. El factor de reducción de pico Z se calcula, según Chow, como una función del tiempo de retraso (tiempo que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma) y de la duración en exceso de.

El tiempo de retraso se calcula, según Chow, cómo:

$$Tr = .005 [L/\sqrt{S}]^{0.64}$$

Donde L es la longitud del cauce principal, del cauce en m, S su pendiente en % y tr el tiempo de retraso en h.

Para aplicar este método es muy importante tener los datos de precipitación en forma de curvas $i-d-T$. Así, para el periodo de retorno adecuado, se calcularán los picos correspondientes a varias duraciones y se escogería el de mayor diseño.

La memoria de cálculo y sus resultados se pueden observar en las siguientes hojas de cálculo.

V11.4 Memoria de cálculo empleando el método Racional Americano (Con y sin urbanización)

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

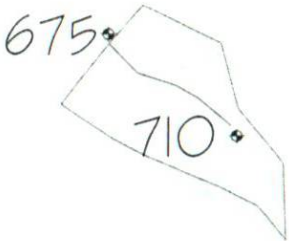
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones sin urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 1

ÁREA =	0.02711693	Km2
Δh =	35	mts
L =	159.57	mts
S =	0.219339475	mts/mts

Subcuenca No. I



Tipo de terreno : Escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor de Coeficiente C =	0.3
Tiempo concentración t_c =	0.02896182
t_c , en minutos =	1.737709208
Factor de conversión K_c =	0.278

Hrs
Minutos

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.74	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.525	0.629

(ver nota 2)

NOTAS :

- 1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :
 $T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich
donde :
 t_c = Tiempo de concentración en Hrs
 L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca, hasta la salida de la misma.
- 2.- En la ecuación del método Racional Americano se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

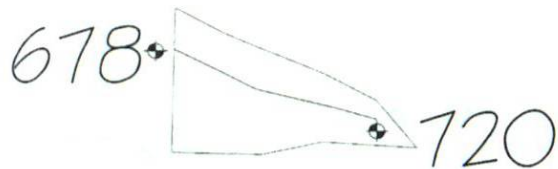
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones sin urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 2

Subcuenca No. 2

ÁREA = 0.01214584 Km²
 Δh = 42 mts
 L = 163.23 mts
 S = 0.257305642 mts/mts



Tipo de terreno : Escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor de Coeficiente C = 0.3
 Tiempo concentración t_c = 0.027715094 Hrs
 t_c , en minutos = 1.662905663 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.66	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.235	0.282

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca, hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional Americano se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones sin urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 3

ÁREA = 0.01029206 Km²
 Δh = 38 mts
 L = 152.35 mts
 S = 0.249425665 mts/mts

Tipo de terreno : Escarpado

Subcuenca No. 3



2.- DATOS DE SALIDA

Valor de Coeficiente C = 0.3
 Tiempo concentración t_c = 0.026598045 Hrs
 t_c , en minutos = 1.595882698 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.60	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.199	0.239

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca, hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional Americano se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones sin urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 4

Subcuenca No. 4

ÁREA = 0.0129482 Km²
 Δh = 23 mts
 L = 119.51 mts
 S = 0.192452514 mts/mts



Tipo de terreno : Escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor de Coeficiente C = 0.3
 Tiempo concentración t_c = 0.024379234 Hrs
 t_c , en minutos = 1.462754016 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.46	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.251	0.300

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca, hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional Americano se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

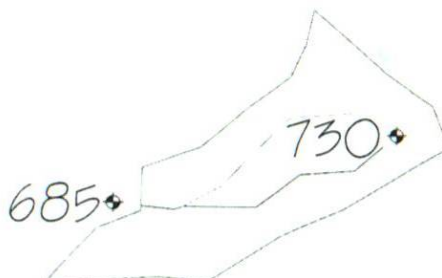
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones sin urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No. 5

Subcuenca No : 5

ÁREA = 0.05655638 Km²
 Δh = 45 mts
 L = 290.65 mts
 S = 0.154825391 mts/mts



Tipo de terreno : Escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor de Coeficiente C = 0.3
 Tiempo concentración t_c = 0.052552003 Hrs
 t_c , en minutos = 3.153120162 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
3.15	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	1.096	1.313

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca, hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional Americano se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

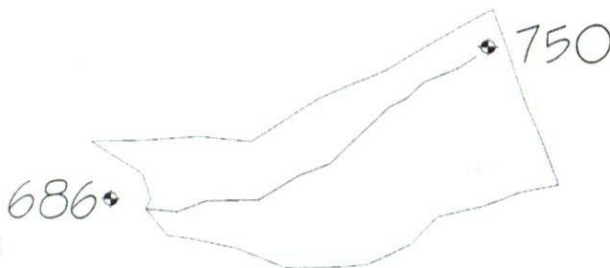
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones sin urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No. 6

Subcuenca No : 6

ÁREA = 0.07634843 Km²
 Δh = 64 mts
 L = 427.15 mts
 S = 0.14983027 mts/mts



Tipo de terreno : Escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor de Coeficiente C = 0.3
 Tiempo concentración t_c = 0.071585398 Hrs
 t_c , en minutos = 4.295123894 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
4.295	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	1.479	1.772

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca, hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional Americano se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones sin urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 7

ÁREA = 0.12413486 Km2
 Δh = 84 mts
 L = 549.27 mts
 S = 0.152930253 mts/mts



Tipo de terreno : Escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor de Coeficiente C = 0.3
 Tiempo concentración t_c = 0.086196281 Hrs
 t_c , en minutos = 5.171776839 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
5.17	232.34	278.27
GASTO m3/seg	2.405	2.881

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca, hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional Americano se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones sin urbanización, usando el método Racional Americano.

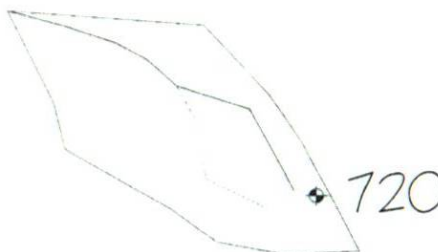
1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No. 8

Subcuenca No : 8

ÁREA = 0.05352109 Km²
 Δh = 45 mts
 L = 381.09 mts
 S = 0.118082343 mts/mts

675



Tipo de terreno : Escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor de Coeficiente C = 0.3

Tiempo concentración t_c = 0.071859364

t_c , en minutos = 4.311561816

Factor de conversión K_c = 0.278

Hrs

Minutos

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
4.31	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	1.037	1.242

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca, hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional Americano se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

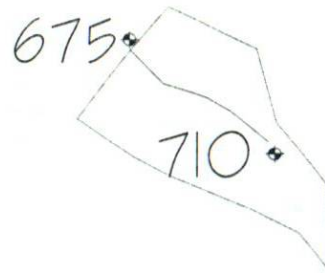
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones de urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 1

Área = 0.02711693 Km2
 Δh = 35 mts
 L = 159.57 mts
 S = 0.219339475 mts/m

Subcuenca No. 1



Tipo de terreno: Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.8

Tiempo concentración t_c = 0.02896182
 t_c , en minutos = 1.737709208

Hrs. p
 Minutos

Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.74	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	1.401	1.678

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones de urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 2

Área = 0.01214584 Km2
 Δh = 42 mts
 L = 163.23 mts
 S = 0.257305642 mts/mts

Tipo de terreno: Terreno escarpado

Subcuenca No. 2



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.8
 Tiempo concentración t_c = 0.027715094
 t_c , en minutos = 1.662905663
 Factor de conversión K_c = 0.278

Hrs.
Minutos

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.66	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.628	0.752

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones de urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 3

Área = 0.01029206 Km2
 Δh = 38 mts
 L = 152.35 mts
 S = 0.249425665 mts/mts

Subcuenca No. 3

Tipo de terreno: Terreno escarpado



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.8

Tiempo concentración t_c = 0.026598045

t_c , en minutos = 1.595882698

Factor de conversión K_c = 0.278

Hrs.
Minutos

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.60	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.532	0.637

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones de urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 4

Subcuenca No. 4

Área = 0.0129482 Km²
 Δh = 23 mts
 L = 119.51 mts
 S = 0.192452514 mts/mts



Tipo de terreno: Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.8
 Tiempo concentración t_c = 0.024379234 Hrs.
 t_c , en minutos = 1.462754016 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.46	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.669	0.801

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

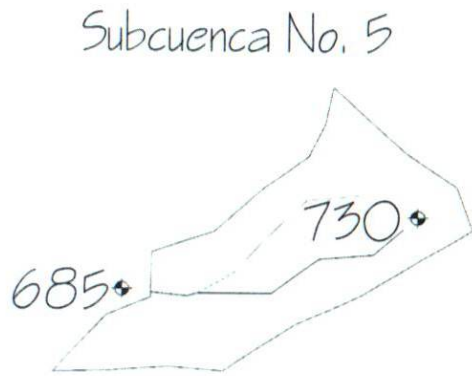
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones de urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 5

Área = 0.05655638 Km²
 Δh = 45 mts
 L = 290.65 mts
 S = 0.154825391 mts/mts

Tipo de terreno: Terreno escarpado



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.8
 Tiempo concentración tc = 0.052552003 Hrs.
 tc, en minutos = 3.153120162 Minutos
 Factor de conversión Kc = 0.278

Q = Kc C i A Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
3.15	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	2.922	3.500

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \dots\dots\dots \text{Ec. De Kirpich}$$

donde :

tc = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

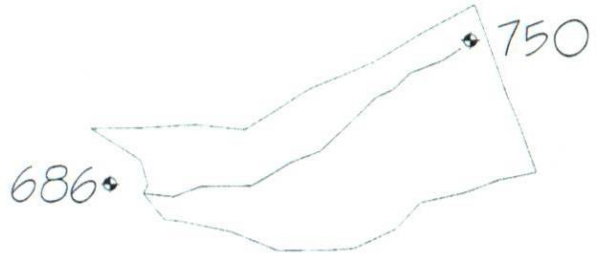
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones de urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	6	
Área =	0.07634843	Km2
Δh =	64	mts
L =	427.15	mts
S =	0.14983027	mts/mts

Tipo de terreno: Terreno escarpado

Subcuenca No. 6



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.8	
Tiempo concentración t_c =	0.071585398	Hrs.
t_c , en minutos =	4.295123894	Minutos
Factor de conversión K_c =	0.278	

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
4.295	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	3.945	4.725

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \text{ Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza Garcia
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones de urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 7

Área = 0.12413486 Km²
 Δh = 84 mts
 L = 549.27 mts
 S = 0.152930253 mts/mts

Tipo de terreno: Terreno escarpado



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.8
 Tiempo concentración t_c = 0.086196281 Hrs.
 t_c , en minutos = 5.171776839 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
5.17	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	6.414	7.682

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \text{ Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en condiciones de urbanización, usando el método Racional Americano.

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 8

Área = 0.05352109 Km²
 Δh = 45 mts
 L = 381.09 mts
 S = 0.118082343 mts/mts

Tipo de terreno: Terreno escarpado



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.8
 Tiempo concentración t_c = 0.071859364 Hrs.
 t_c en minutos = 4.311561816 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
4.31	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	2.766	3.312

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

VII.5 Memoria de cálculo empleando el método de Chow (solo aplica en condiciones sin urbanización)

PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE
ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 20$ años, empleando el Método de Chow

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
1	0.027	159.57	54	2.87	21.9	0.646	8

L = Longitud del cauce principal

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma

S, pendiente media del cauce

de, duración efectiva

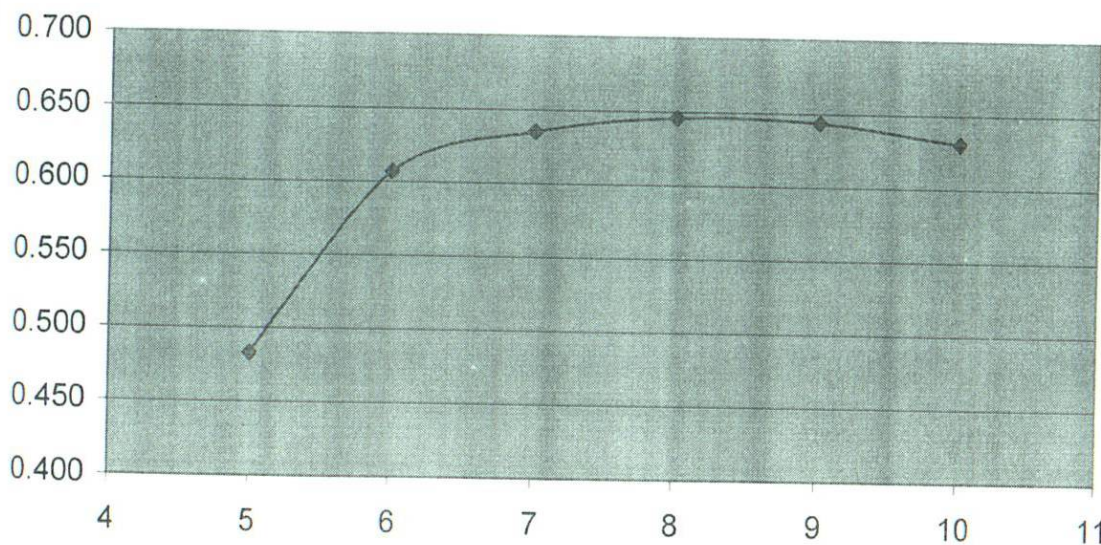
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	232.30	19.36	6.16	1.741	0.87	0.483
6	222.00	22.20	8.08	2.090	1.00	0.607
7	211.60	24.69	9.87	2.438	1.00	0.635
8	201.20	26.83	11.47	2.786	1.00	0.646
9	190.90	28.64	12.86	3.135	1.00	0.644
10	180.48	30.08	13.99	3.483	1.00	0.630

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N

Qmax = 0.65 m³/s, Método de Chow
Tr = 20 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 20$ años, empleando el **Método de Chow**

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
2	0.0121	163.23	54	2.77	25.7	0.3	8

L = Longitud del cauce principal

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma

S, pendiente media del cauce

de, duración efectiva

Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow

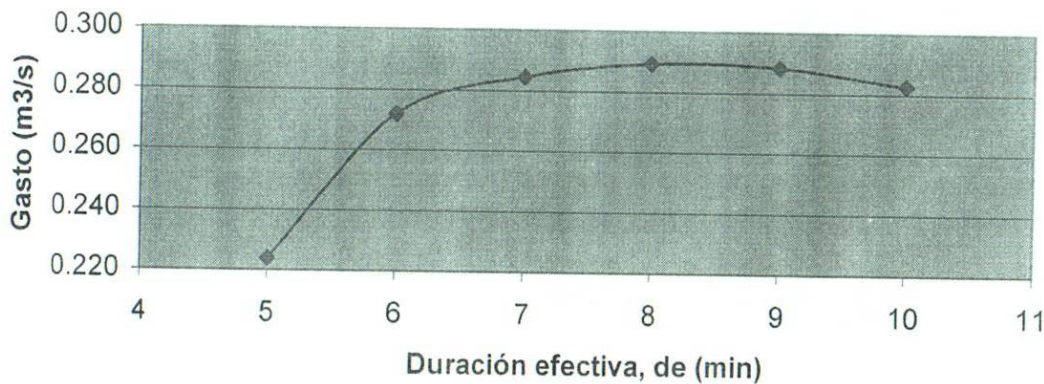
de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	232.3	19.36	6.16	1.806	0.90	0.224
6	222	22.20	8.08	2.168	1.00	0.272
7	211.6	24.69	9.87	2.529	1.00	0.285
8	201.2	26.83	11.47	2.890	1.00	0.289
9	190.9	28.64	12.86	3.252	1.00	0.288
10	180.48	30.08	13.99	3.613	1.00	0.282

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N

Qmax= 0.29 m³/s , Método de Chow

Tr = 20 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 20$ años, empleando el **Método de Chow**

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
3	0.010	152.35	54	2.68	24.9	0.246	8

L = Longitud del cauce principal

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma

S, pendiente media del cauce

de, duración efectiva

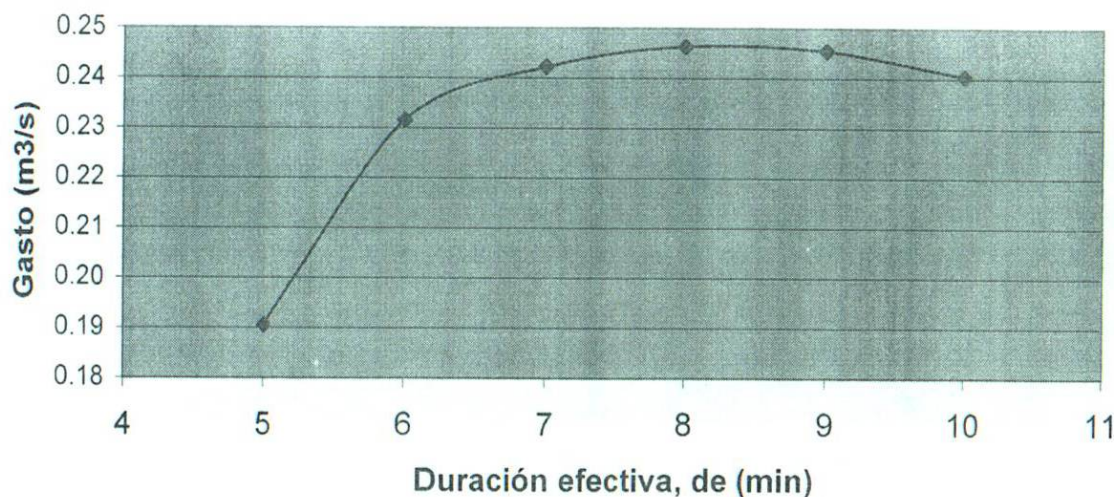
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	232.3	19.36	6.16	1.869	0.90	0.191
6	222	22.20	8.08	2.243	1.00	0.232
7	211.6	24.69	9.87	2.617	1.00	0.242
8	201.2	26.83	11.47	2.990	1.00	0.246
9	190.9	28.64	12.86	3.364	1.00	0.245
10	180.48	30.08	13.99	3.738	1.00	0.240

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N

Qmax = 0.25 m³/s, Método de Chow
Tr = 20 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 20$ años, empleando el Método de Chow

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
4	0.013	119.51	54	2.50	19.0	0.310	8

L = Longitud del cauce principal

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma

S, pendiente media del cauce

de, duración efectiva

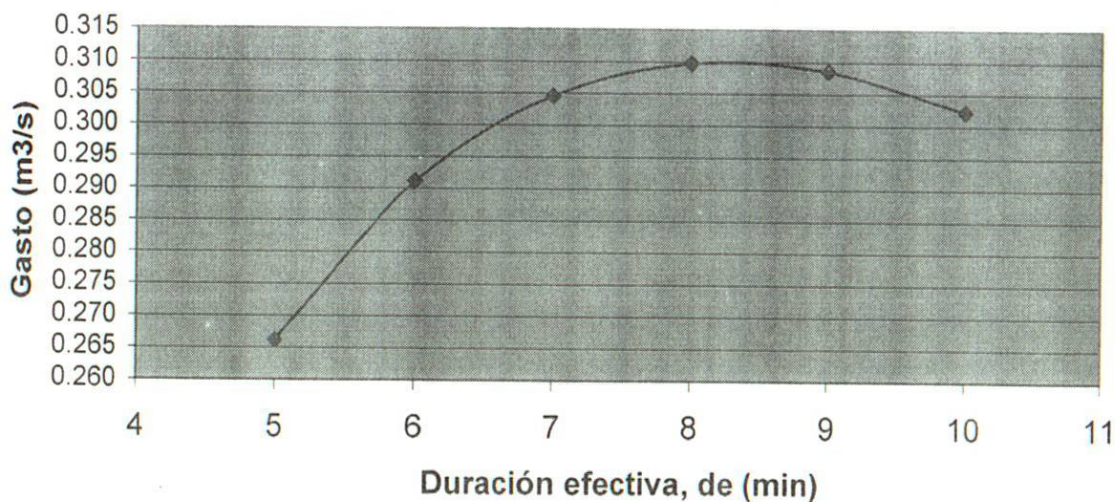
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	232.3	19.36	6.16	2.004	1.00	0.266
6	222.0	22.20	8.08	2.404	1.00	0.291
7	211.6	24.69	9.87	2.805	1.00	0.305
8	201.2	26.83	11.47	3.206	1.00	0.310
9	190.9	28.63	12.86	3.606	1.00	0.309
10	180.5	30.08	13.99	4.007	1.00	0.302

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N

Qmax= 0.31 m³/s , Método de Chow
Tr = 20 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 20$ años, empleando el **Método de Chow**

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
5	0.057	290.65	54	4.71	15.5	1.34	11

L = Longitud del cauce principal

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma

S, pendiente media del cauce

de, duración efectiva

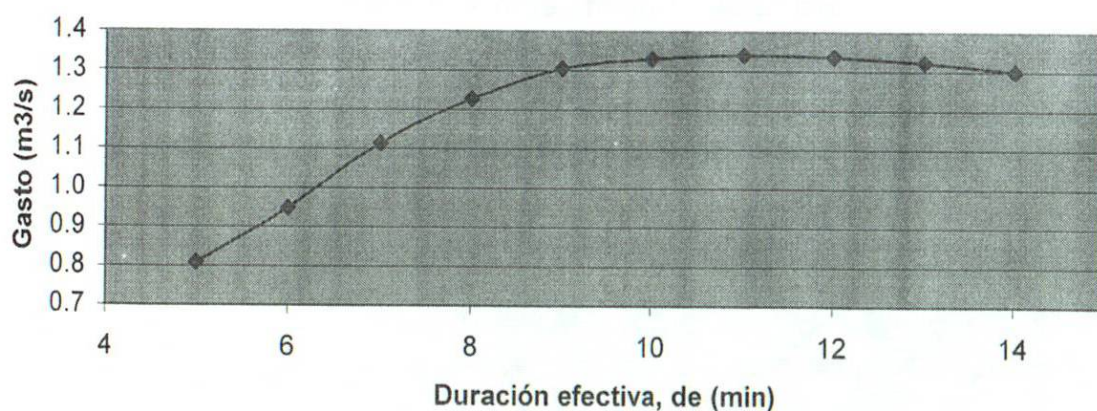
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	232.3	19.36	6.16	1.062	0.69	0.808
6	222.0	22.20	8.08	1.275	0.74	0.948
7	211.6	24.69	9.87	1.487	0.83	1.113
8	201.2	26.83	11.47	1.699	0.90	1.227
9	190.9	28.64	12.86	1.912	0.96	1.304
10	180.5	30.08	13.99	2.124	1.00	1.331
11	174.4	31.97	15.51	2.337	1.00	1.340
12	168.2	33.64	16.86	2.549	1.00	1.336
13	162.1	35.12	18.09	2.762	1.00	1.323
14	156.0	36.40	19.15	2.974	1.00	1.301

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N

Qmax= 1.34 m³/s , Método de Chow
Tr = 20 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 20$ años, empleando el Método de Chow

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
6	0.076	427.15	54	6.09	15.000	1.772	13

L = Longitud del cauce principal

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma

S, pendiente media del cauce

de, duración efectiva

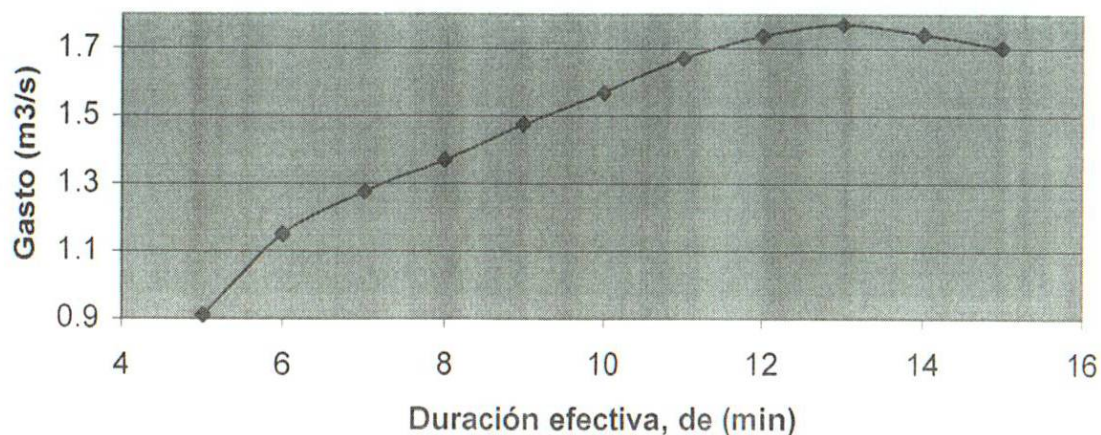
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	232.3	19.36	6.16	0.822	0.58	0.910
6	222.0	22.20	8.08	0.986	0.67	1.150
7	211.6	24.69	9.87	1.150	0.71	1.275
8	201.2	26.83	11.47	1.314	0.75	1.369
9	190.9	28.63	12.86	1.479	0.81	1.473
10	180.5	30.08	13.99	1.643	0.88	1.568
11	174.4	31.97	15.51	1.807	0.93	1.670
12	168.2	33.65	16.87	1.972	0.97	1.737
13	162.1	35.12	18.09	2.136	1.00	1.772
14	156.0	36.40	19.15	2.300	1.00	1.742
15	149.9	37.48	20.06	2.465	1.00	1.703

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N

Qmax= 1.77 m³/s , Método de Chow
Tr = 20 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $T_r = 20$ años, empleando el **Método de Chow**

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
7	0.124	549.27	54	7.10	15.300	2.804	14

L = Longitud del cauce principal

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma

S, pendiente media del cauce

de, duración efectiva

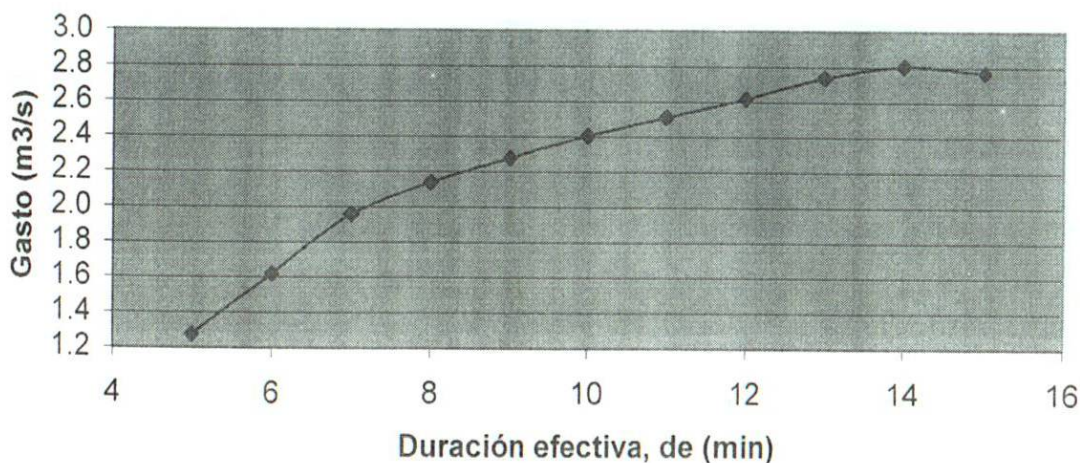
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	232.3	19.36	6.16	0.704	0.50	1.276
6	222.0	22.20	8.08	0.845	0.58	1.618
7	211.6	24.69	9.87	0.985	0.67	1.956
8	201.2	26.83	11.47	1.126	0.72	2.137
9	190.9	28.64	12.86	1.267	0.77	2.278
10	180.5	30.08	13.99	1.408	0.83	2.405
11	174.4	31.97	15.51	1.548	0.86	2.510
12	168.2	33.64	16.86	1.689	0.90	2.619
13	162.1	35.12	18.09	1.830	0.95	2.736
14	156	36.40	19.15	1.971	0.99	2.804
15	149.9	37.48	20.06	2.112	1.00	2.768

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N

Qmax = 2.80 m³/s, Método de Chow
Tr = 20 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 20$ años, empleando el **Método de Chow**

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
8	0.054	381.09	54	6.11	11.8	1.242	13

L = Longitud del cauce principal

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma

S, pendiente media del cauce

de, duración efectiva

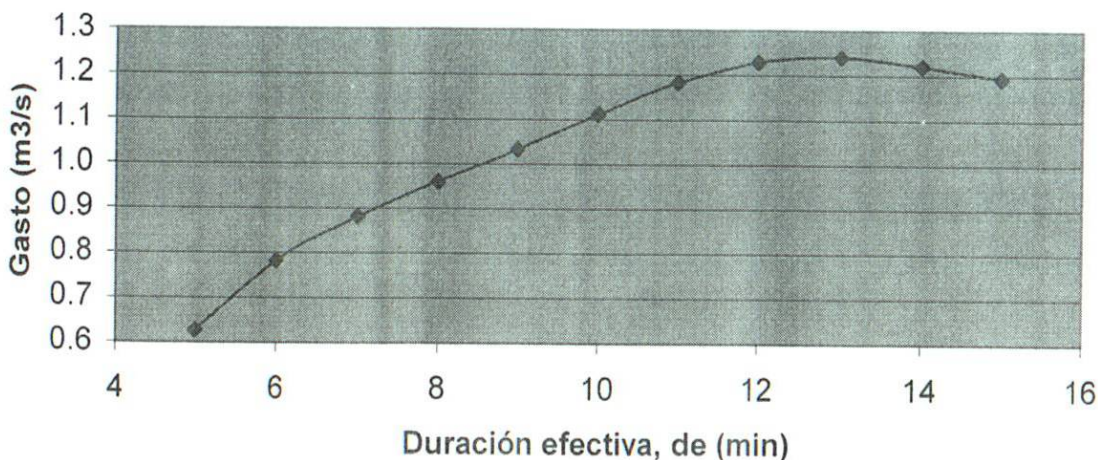
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	232.3	19.36	6.16	0.818	0.57	0.627
6	222.0	22.20	8.08	0.982	0.65	0.782
7	211.6	24.69	9.87	1.146	0.70	0.881
8	201.2	26.83	11.47	1.310	0.75	0.960
9	190.9	28.64	12.86	1.473	0.81	1.033
10	180.5	30.08	13.99	1.637	0.89	1.111
11	174.4	31.97	15.51	1.801	0.94	1.183
12	168.2	33.64	16.86	1.964	0.98	1.229
13	162.1	35.12	18.09	2.128	1.00	1.242
14	156.0	36.40	19.15	2.292	1.00	1.221
15	149.9	37.48	20.06	2.455	1.00	1.193

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N

Qmax= 1.24 m³/s , Método de Chow
Tr = 20 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $T_r = 20$ años, empleando el **Método de Chow**

CUADRO RESUMEN POR CUENCA

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	tr, min	tc, min	S (%)	Qmax, m ³ /s	de, min
1	0.027	159.57	54	201.22	26.83	38.02	11.47	1.74	21.900	0.6	8
2	0.012	163.23	54	201.22	26.83	29.60	11.47	1.66	25.700	0.3	8
3	0.010	152.35	54	201.22	26.83	29.60	11.47	1.60	24.900	0.2	8
4	0.013	119.51	54	201.22	26.83	29.60	11.47	1.46	19.200	0.3	8
5	0.057	290.65	54	174.36	31.97	21.65	15.50	3.15	15.500	1.3	11
6	0.076	427.15	54	162.13	35.13	36.95	18.09	4.30	15.000	1.8	13
7	0.124	549.27	54	156.01	36.40	41.00	19.15	5.17	15.300	2.8	14
8	0.054	381.09	54	162.13	35.13	30.96	18.09	4.31	11.800	1.2	13

L, Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, propuesto por el U.S. Soil Conservation Service

tr, tiempo de retraso o tiempo que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma

tc, tiempo de concentración calculado con la ecuación de Kirpich

S, pendiente media del cauce

de, duración efectiva

P, altura de precipitación asociada a la máxima intensidad.

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 h de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N

PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE
ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 50$ años, empleando el Método de Chow.

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
1	0.027	159.57	54	2.87	21.9	0.884	8

L = Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma.

S, pendiente media del cauce.

de, duración efectiva.

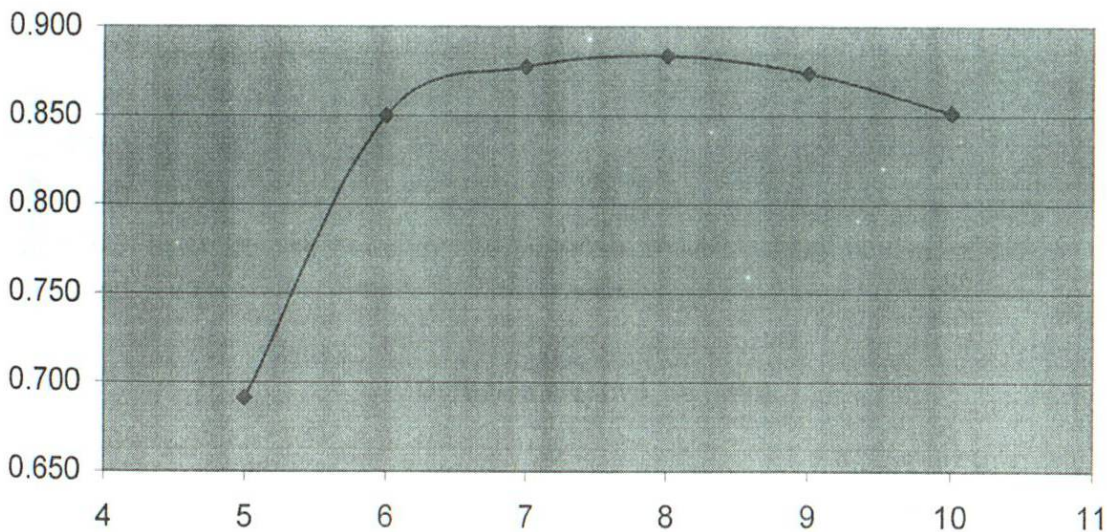
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow.

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	278.30	23.19	8.79	1.741	0.87	0.691
6	265.80	26.58	11.28	2.090	1.00	0.850
7	253.40	29.56	13.59	2.438	1.00	0.877
8	241.00	32.13	15.64	2.786	1.00	0.884
9	228.60	34.29	17.40	3.135	1.00	0.874
10	216.16	36.03	18.84	3.483	1.00	0.852

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N.

Qmax= 0.88 m³/s , Método de Chow
Tr = 50 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 50$ años, empleando el **Método de Chow**.

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
2	0.012	163.23	54	2.77	25.7	0.396	8

L = Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma.

S, pendiente media del cauce.

de, duración efectiva.

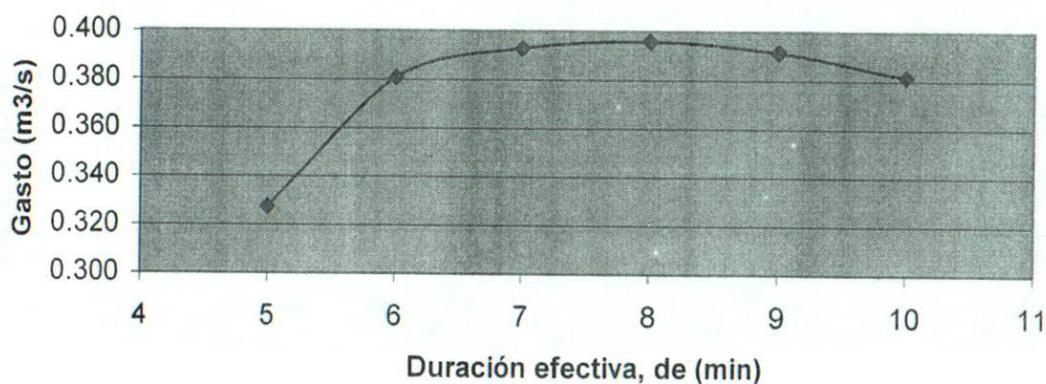
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow.

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	278.30	23.19	8.79	1.806	0.92	0.327
6	265.80	26.58	11.28	2.168	1.00	0.381
7	253.40	29.56	13.59	2.529	1.00	0.393
8	241.00	32.13	15.64	2.890	1.00	0.396
9	228.60	34.29	17.40	3.252	1.00	0.391
10	216.16	36.03	18.84	3.613	1.00	0.381

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exces o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N.

Qmax= 0.40 m³/s , Método de Chow
Tr = 50 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 50$ años, empleando el **Método de Chow**.

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
3	0.010	152.35	54	2.68	24.9	0.336	8

L = Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma.

S, pendiente media del cauce.

de, duración efectiva.

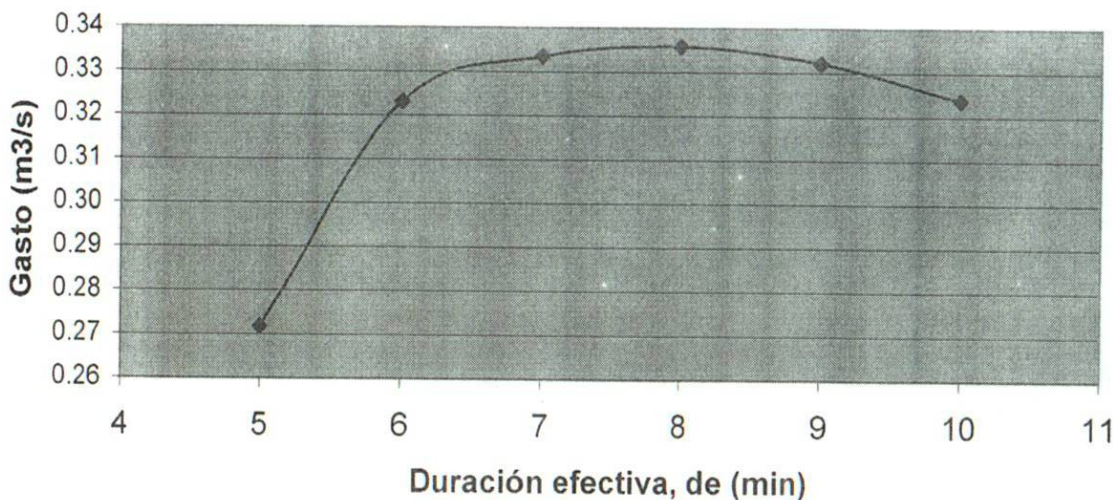
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow.

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	278.30	23.19	8.79	1.869	0.90	0.272
6	265.80	26.58	11.28	2.243	1.00	0.323
7	253.40	29.56	13.59	2.617	1.00	0.333
8	241.00	32.13	15.64	2.990	1.00	0.336
9	228.60	34.29	17.40	3.364	1.00	0.332
10	216.16	36.03	18.84	3.738	1.00	0.324

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N.

Qmax= 0.34 m³/s , Método de Chow
Tr = 50 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 50$ años, empleando el Método de Chow.

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
4	0.013	119.51	54	2.50	19.0	0.422	8

L = Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma.

S, pendiente media del cauce.

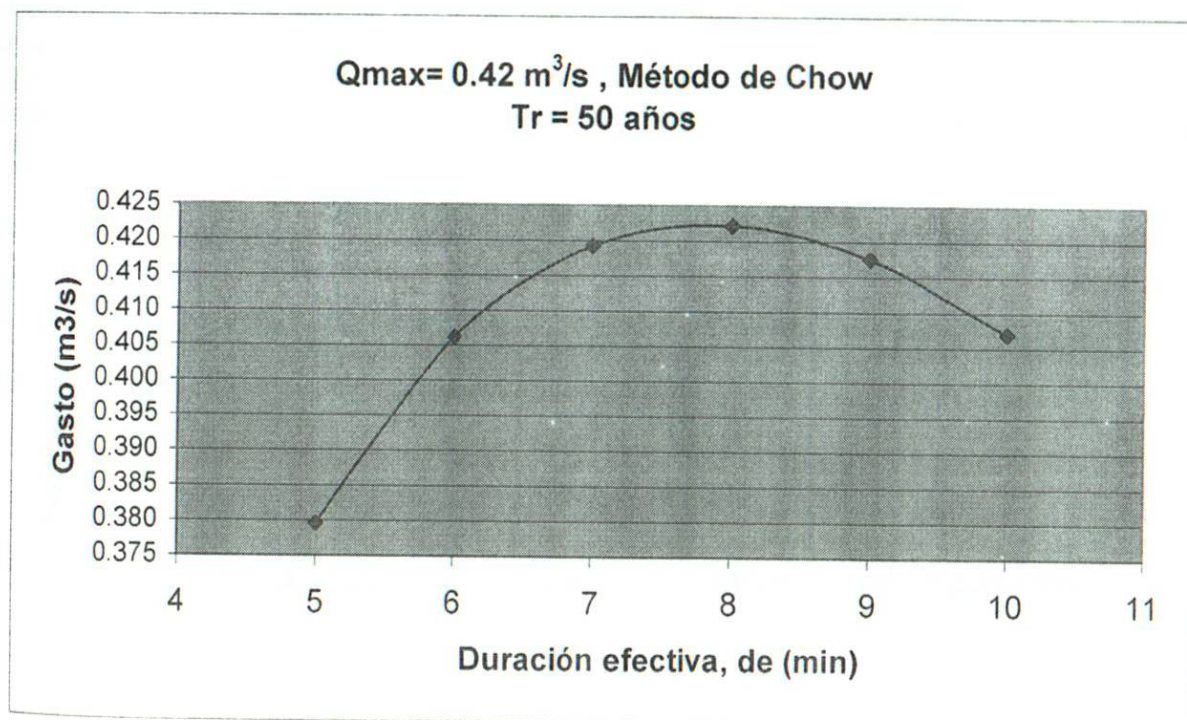
de, duración efectiva

Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow.

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	278.30	23.19	8.79	2.004	1.00	0.380
6	265.80	26.58	11.28	2.404	1.00	0.406
7	253.40	29.56	13.59	2.805	1.00	0.419
8	241.00	32.13	15.64	3.206	1.00	0.422
9	228.60	34.29	17.40	3.606	1.00	0.418
10	216.16	36.03	18.84	4.007	1.00	0.407

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N.



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 50$ años, empleando el **Método de Chow**.

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
5	0.057	290.65	54	4.71	15.5	1.779	11

L = Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma.

S, pendiente media del cauce.

de, duración efectiva.

Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow.

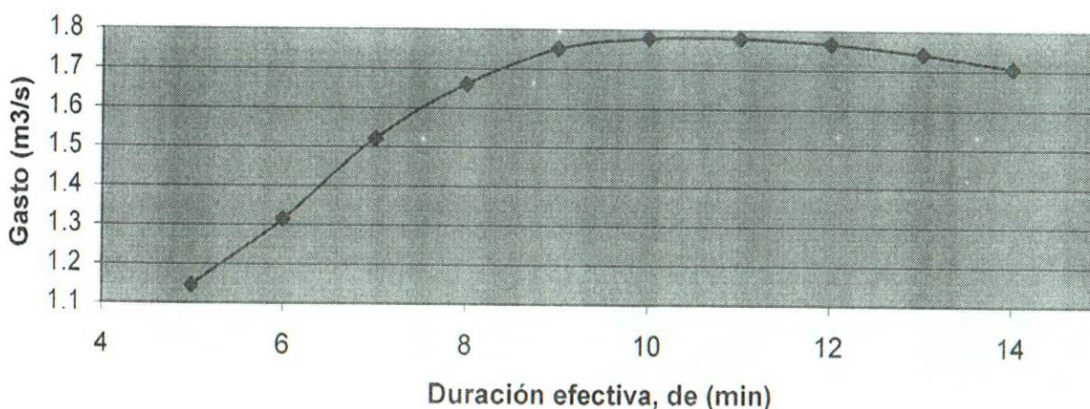
de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	278.30	23.19	8.79	1.062	0.69	1.145
6	265.80	26.58	11.28	1.275	0.74	1.313
7	253.40	29.56	13.59	1.487	0.83	1.521
8	241.00	32.13	15.64	1.699	0.90	1.661
9	228.60	34.29	17.40	1.912	0.96	1.752
10	216.16	36.03	18.84	2.124	1.00	1.778
11	208.80	38.28	20.74	2.337	1.00	1.779
12	201.50	40.30	22.46	2.549	1.00	1.767
13	194.20	42.08	24.00	2.762	1.00	1.742
14	186.80	43.59	25.31	2.974	1.00	1.706
15	179.52	44.88	26.44	3.187	1.00	1.664

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N.

Qmax = 1.78 m³/s, Método de Chow

Tr = 50 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 50$ años, empleando el **Método de Chow**.

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
6	0.076	427.15	54	6.09	15.000	2.350	13

L = Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma.

S, pendiente media del cauce.

de, duración efectiva.

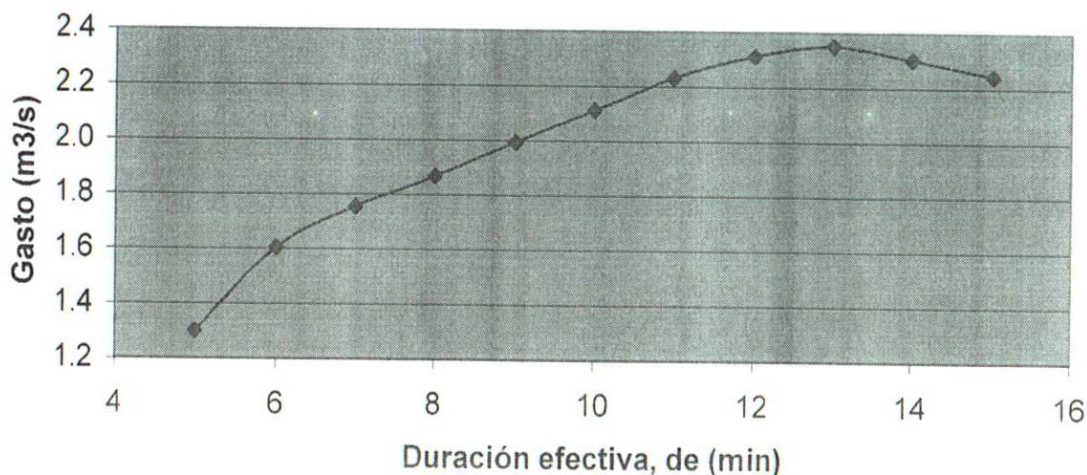
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow.

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	278.30	23.19	8.79	0.822	0.58	1.298
6	265.80	26.58	11.28	0.986	0.67	1.604
7	253.40	29.56	13.59	1.150	0.71	1.755
8	241.00	32.13	15.64	1.314	0.75	1.867
9	228.60	34.29	17.40	1.479	0.81	1.994
10	216.16	36.03	18.84	1.643	0.88	2.111
11	208.80	38.28	20.74	1.807	0.93	2.232
12	201.50	40.30	22.46	1.972	0.97	2.312
13	194.20	42.08	24.00	2.136	1.00	2.350
14	186.80	43.59	25.31	2.300	1.00	2.302
15	179.52	44.88	26.44	2.465	1.00	2.245

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N.

Qmax = 2.35 m³/s, Método de Chow
Tr = 50 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $T_r = 50$ años, empleando el Método de Chow.

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
7	0.124	549.27	54	7.10	15.300	3.707	14

L = Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma.

S, pendiente media del cauce.

de, duración efectiva.

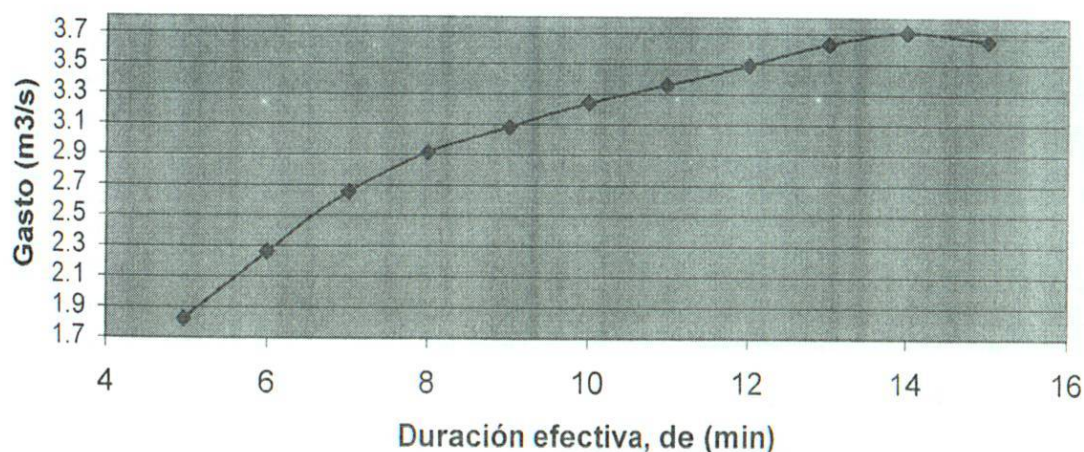
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow.

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	278.30	23.19	8.79	0.704	0.50	1.820
6	265.80	26.58	11.28	0.845	0.58	2.259
7	253.40	29.56	13.59	0.985	0.66	2.653
8	241.00	32.13	15.64	1.126	0.72	2.915
9	228.60	34.29	17.40	1.267	0.77	3.083
10	216.16	36.03	18.84	1.408	0.83	3.239
11	208.80	38.28	20.74	1.548	0.86	3.358
12	201.50	40.30	22.46	1.689	0.90	3.489
13	194.20	42.08	24.00	1.830	0.95	3.632
14	186.80	43.59	25.31	1.971	0.99	3.707
15	179.52	44.88	26.44	2.112	1.00	3.652

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N.

Qmax = 3.71 m³/s, Método de Chow
Tr = 50 años



PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Determinación del gasto máximo de diseño para un $Tr = 50$ años, empleando el Método de Chow.

Datos:

Resultados:

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	tr, min	S, %	Qmax, m ³ /s	de, min
8	0.054	381.09	54	6.11	11.8	1.648	13

L = Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, determinado a partir de considerar un bosque natural, muy espeso, con suelos con alto contenido de arcilla y limos.

tr, tiempo de retraso, es decir, el que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma.

S, pendiente media del cauce.

de, duración efectiva.

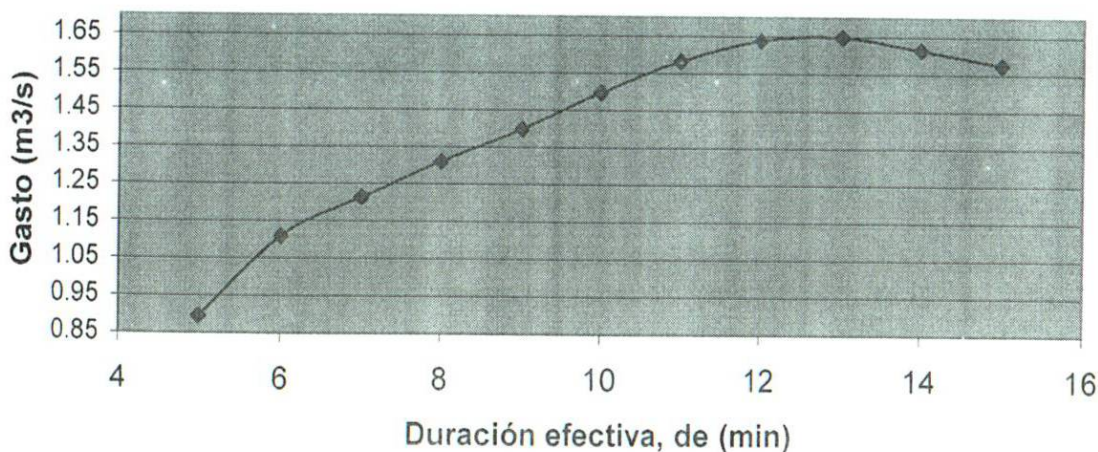
Z, factor de reducción, obtenido a partir de la relación de/tr, propuesto por Chow.

de, min	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	de/tr	Z	Q, m ³ /s
5	278.30	23.19	8.79	0.818	0.57	0.894
6	265.80	26.58	11.28	0.982	0.66	1.108
7	253.40	29.56	13.59	1.146	0.70	1.213
8	241.00	32.13	15.64	1.310	0.75	1.309
9	228.60	34.29	17.40	1.473	0.81	1.398
10	216.16	36.03	18.84	1.637	0.89	1.497
11	208.80	38.28	20.74	1.801	0.94	1.582
12	201.50	40.30	22.46	1.964	0.98	1.638
13	194.20	42.08	24.00	2.128	1.00	1.648
14	186.80	43.59	25.31	2.292	1.00	1.614
15	179.52	44.88	26.44	2.455	1.00	1.574

La intensidad I, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el U.S. Soil Conservation Service, la cual además está en función de N.

Qmax= 1.65 m³/s , Método de Chow
Tr = 50 años



**PROYECTO: CUENCA BALCONES DEL CAMPESTRE
ANÁLISIS HIDROLÓGICO**

Determinación del gasto máximo de diseño para un $T_r = 50$ años, empleando el **Método de Chow**.

CUADRO RESUMEN POR CUENCA

Sub-cuenca	Área, km ²	L, m	N	I, mm/hr	P, mm	Pe, mm	tr, min	tc, min	S (%)	Qmax, m ³ /s	de, min
1	0.027	159.57	54	201.22	26.83	38.02	11.47	1.74	21.900	0.9	8
2	0.012	163.23	54	201.22	26.83	29.60	11.47	1.66	25.700	0.4	8
3	0.010	152.35	54	201.22	26.83	29.60	11.47	1.60	24.900	0.3	8
4	0.013	119.51	54	201.22	26.83	29.60	11.47	1.46	19.200	0.4	8
5	0.057	290.65	54	174.36	31.97	21.65	15.50	3.15	15.500	1.8	11
6	0.076	427.15	54	162.13	35.13	36.95	18.09	4.30	15.000	2.4	13
7	0.124	549.27	54	156.01	36.40	41.00	19.15	5.17	15.300	3.7	14
8	0.054	381.09	54	162.13	35.13	30.96	18.09	4.31	11.800	1.6	13

L, Longitud del cauce principal.

N, Números de escurrimiento, propuesto por el *U.S. Soil Conservation Service*.

tr, tiempo de retraso o tiempo que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma.

tc, tiempo de concentración calculado con la ecuación de Kirpich.

S, pendiente media del cauce.

de, duración efectiva.

P, altura de precipitación asociada a la máxima intensidad.

La intensidad **I**, se obtuvo a partir de las curvas I-D-TR, elaboradas con los datos históricos de precipitación máxima en 24 hr de la estación Meteorológica Monterrey.

Pe, precipitación en exceso o efectiva, calculada con el método llamado "de los números de escurrimiento", propuesto por el *U.S. Soil Conservation Service*, la cual además está en función de **N**.

VIII MEMORIA DE CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS PLUVIALES (Bocas de tormenta, alcantarillas y cunetas)

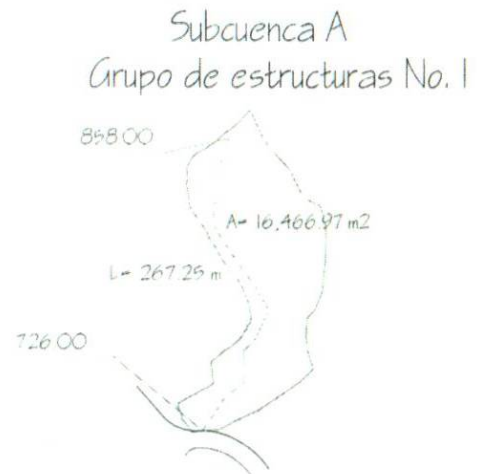
Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones de urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : A
 Estructura No. 1.1
 Área = 0.01646697 Km².
 Δh = 132 mts
 L = 267.25 mts
 S = 0.493919551 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.3
 Tiempo concentración tc = 0.031517543 Hrs.
 tc, en minutos = 1.891052593 Minutos
 Factor de conversión Kc = 0.278

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.89	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.319	0.382

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

tc = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

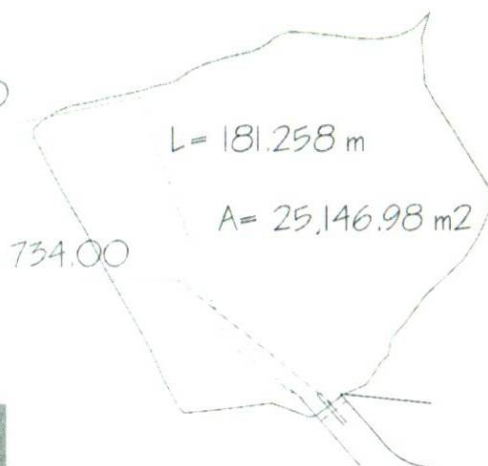
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : B
 Estructura No. 2.1
 Área = 0.02514698 Km²
 Δh = 96 mts
 L = 181.258 mts
 S = 0.529631796 mts/mts 830.00

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca B



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.5
 Tiempo concentración t_c = 0.022753184
 t_c , en minutos = 1.365191054
 Factor de conversión K_c = 0.278

Hrs.
Minutos

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.37	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.812	0.973

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza Garcia
 Descripción : Estimación de gastos

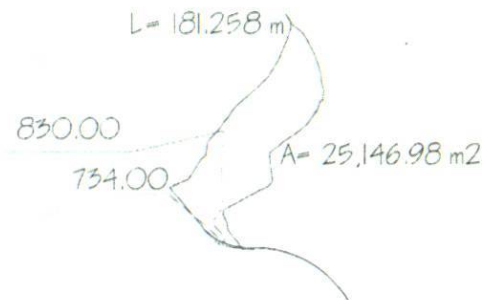
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : C
 Estructura No. 3.1
 Área = 0.00404435 Km2
 Δh = 32 mts
 L = 70.57 mts
 S = 0.453450475 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca C
 Grupo de estructuras No. 3



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.3
 Tiempo concentración t_c = 0.011683067 Hrs.
 t_c en minutos = 0.700984 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
0.70	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.078	0.094

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77} / S^{0.385})$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

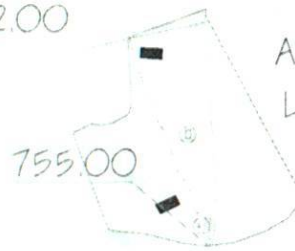
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : D
 Estructura No. 4.1
 Área = 0.0066671 Km2
 $\Delta h = 67$ mts
 L = 103.92 mts
 S = 0.644726713 mts/mts

Subcuenca D
 Grupo de estructuras No. 4

822.00



A = 6,667 m2

L = 103.92 m

Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.3
 Tiempo concentración $t_c = 0.013744599$ Hrs.
 t_c , en minutos = 0.824675926 Minutos
 Factor de conversión $K_c = 0.278$

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
0.82	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.129	0.155

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

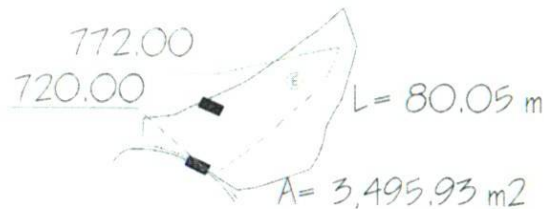
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	E
Estructura No.	5.1
Área =	0.00349593 Km2
Δh =	52 mts
L =	80.05 mts
S =	0.649594004 mts/mts

Subcuenca E
Grupo de estructuras No. 5

Tipo de terreno : Terreno escarpado



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.3	
Tiempo concentración t_c =	0.011209969	Hrs.
t_c , en minutos =	0.672598148	Minutos
Factor de conversión K_c =	0.278	

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años	
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr	
0.67	232.34	278.27	(ver nota 2)
GASTO m^3/seg	0.068	0.081	

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \dots\dots\dots \text{Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No: Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No: D1
 Estructura No: 4.2
 Área = 0.0010168 Km²
 Δh = 22 mts
 L = 35.48 mts
 S = 0.620067644 mts/mts

Subcuenca D1
 Estructura 4.2 (Cunetas)

788.00

L = 35.48 m

A = 1,016.80 m²

Tipo de terreno : Terreno escarpado

755.00

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.7
 Tiempo concentración t_c = 0.006099324
 t_c , en minutos = 0.365959436
 Factor de conversión K_c = 0.278

Hrs.
 Minutos

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
0.366	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.046	0.055

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : F
 Estructura No. 6.1
 Área = 0.00251516 Km²
 Δh = 26 mts
 L = 112.24 mts
 S = 0.231646472 mts/mts

Subcuenca F
 Estructura 6.1 (Cunetas)

810.00

L = 112.24 m
 A = 2,515.16 m²

Tipo de terreno : Terreno escarpado

784.00

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.5
 Tiempo concentración tc = 0.021629136 Hrs.
 tc, en minutos = 1.297748147 Minutos
 Factor de conversión Kc = 0.278

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.30	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.081	0.097

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

tc = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza Garcia
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : G
 Estructura No. 7.1
 Área = 0.00671105 Km2
 $\Delta h = 75$ mts
 L = 232.39 mts
 S = 0.322733336 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca G
 Estructura 7.1 (Cunetas)



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.4
 Tiempo concentración tc = 0.033340024 Hrs.
 tc, en minutos = 2.000401463 Minutos
 Factor de conversión Kc = 0.278

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
2.00	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.173	0.208

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \text{ Ec. De Kirpich}$$

donde :

tc = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : H
 Estructura No. 8.1
 Área = 0.00559727 Km2
 $\Delta h = 40$ mts
 L = 185.7 mts
 S = 0.215401185 mts/mts

Subcuenca H
 Estructura 8.1 Boca de tormenta

772.00

L = 185.70 m
 A = 5,597.27 m2

Tipo de terreno : Terreno escarpado

732.00

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.4

Tiempo concentración $t_c = 0.03277691$

t_c , en minutos = 1.96661462

Factor de conversión $K_c = 0.278$

Hrs.
 Minutos

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.97	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.145	0.173

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : H'
 Estructura No. 8.2
 Área = 0.0048736 Km²
 Δh = 40 mts
 L = 185.7 mts
 S = 0.215401185 mts/mts

Subcuenca H'
 Estructura 8.2 Cunetas

772.00

L = 185.70 m

A = 4,873.60 m²

Tipo de terreno : Terreno escarpado



732.00

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.4

Tiempo concentración t_c = 0.03277691

Hrs.

t_c , en minutos = 1.96661462

Minutos

Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.97	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.126	0.151

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

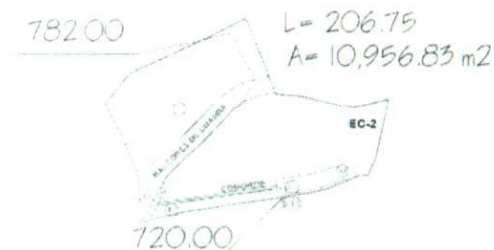
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	I
Estructura No.	9.1 y 9.5
Área =	0.01095683 Km2
Δh =	62 mts
L =	206.75 mts
S =	0.299879081 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca I
Estructuras 9.1 (Boca de tormenta)
y 9.5 (alcantarilla)



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.5	
Tiempo concentración t_c =	0.031343835	Hrs.
t_c , en minutos =	1.880630107	Minutos
Factor de conversión K_c =	0.278	

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.88	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.354	0.424

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \text{ Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

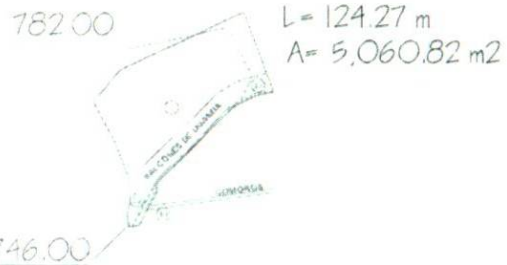
1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	I'
Estructura No.	9.3 y 9.4
Área =	0.00506082 Km ²
$\Delta h =$	36 mts
L =	124.27 mts
S =	0.2896918 mts/mts

Subcuenca I'

Estructuras 9.3 (Boca de tormenta)
y 9.4 (alcantarilla)

Tipo de terreno : Terreno escarpado



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.5	
Tiempo concentración $t_c =$	0.021463472	Hrs.
t_c , en minutos =	1.28780831	Minutos
Factor de conversión $K_c =$	0.278	

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.29	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.163	0.196

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \text{ Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

Subcuenca I''

Estructuras 9.2 (cuneta)

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	I''	
Estructura No.	9.2	
Área =	0.00476893	Km2
Δh =	34	mts
L =	109.08	mts
S =	0.311697836	mts/mts

782.00

L = 109.08 m

A = 4,768.93 m²

Tipo de terreno : Terreno escarpado



2.- DATOS DE SALIDA

748.00

Valor del coeficiente C =	0.4
Tiempo concentración tc =	0.018873811
tc, en minutos =	1.132428661
Factor de conversión Kc =	0.278

Hrs.
Minutos

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.13	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.123	0.148

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

tc = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No :	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza Garcia
Descripción :	Estimación de gastos

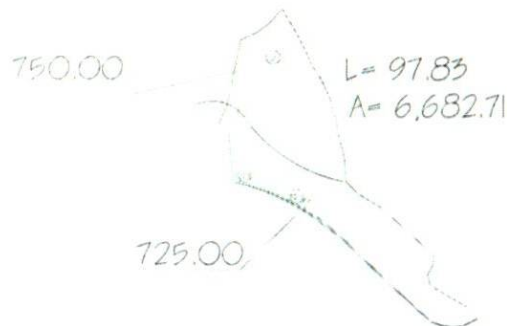
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	J
Estructura No.	10.1
Área =	0.00668271 Km2
Δh =	25 mts
L =	97.83 mts
S =	0.255545334 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca G
Estructura 10.1 (Boca de tormenta)



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.4	
Tiempo concentración t_c =	0.018735776	Hrs.
t_c , en minutos =	1.124146545	Minutos
Factor de conversión K_c =	0.278	

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.12	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.173	0.207

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \dots\dots\dots \text{Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

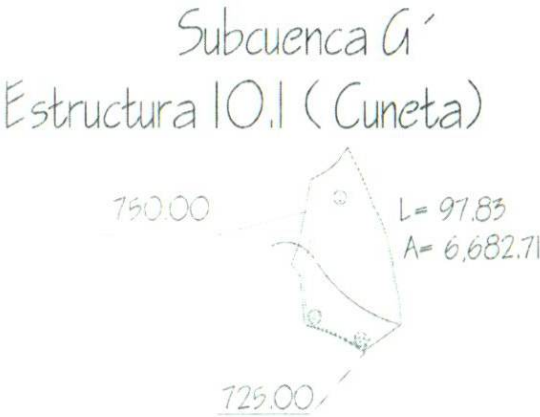
2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	J'	
Estructura No.	10.2	
Área =	0.00442047	Km2
Δh =	25	mts
L =	97.83	mts
S =	0.255545334	mts/mts



Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.4	
Tiempo concentración tc =	0.018735776	Hrs.
tc, en minutos =	1.124146545	Minutos
Factor de conversión Kc =	0.278	

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.12	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.114	0.137

(ver nota 2)

NOTAS :

- 1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :
- $Tc = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich
- donde :
- tc = Tiempo de concentración en Hrs.
- L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.
- 2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	K
Estructura No.	11.1
Área =	0.00581794
Δh =	15
L =	65.56
S =	0.228798048

Subcuenca K

Estructura 11.1 (Boca de tormenta)

710.00

695.00

L = 65.56 m

A = 5,817.94 m²

Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.5	
Tiempo concentración tc =	0.014365019	Hrs.
tc, en minutos =	0.861901146	Minutos
Factor de conversión Kc =	0.278	

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
0.86	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.188	0.225

(ver nota 2)

NOTAS :

- 1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :
- $Tc = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich
- donde :
- tc = Tiempo de concentración en Hrs.
- L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.
- 2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

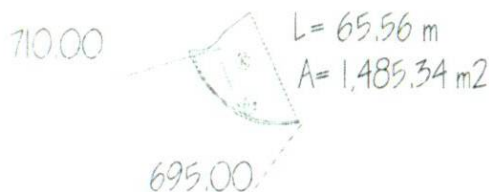
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	K"
Estructura No.	11.2
Área =	0.00148534 Km2
Δh =	15 mts
L =	65.56 mts
S =	0.228798048 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca K"
Estructura 11.2 (Cuneta)



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.5	
Tiempo concentración t_c =	0.014365019	Hrs.
t_c , en minutos =	0.861901146	Minutos
Factor de conversión K_c =	0.278	

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
0.86	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.048	0.057

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \dots\dots\dots \text{Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

Subcuenca L

1.- DATOS DE ENTRADA

Estructura 12.1 (Boca de tormenta)

Subcuenca No : L
 Estructura No. 12.1
 Área = 0.00697536 Km2
 $\Delta h = 36$ mts
 L = 100.36 mts
 S = 0.358708649 mts/mts



= 100.36 m
 A = 6.976.36 m2

Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.5

Tiempo concentración $t_c = 0.016769088$

t_c , en minutos = 1.006145299

Factor de conversión $K_c = 0.278$

Hrs.
 Minutos

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.01	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.225	0.270

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	L'
Estructura No.	12.2
Área =	0.00276735 Km2
$\Delta h =$	36 mts
L =	100.36 mts
S =	0.358708649 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca L'
Estructura 12.2 (Cuneta)



$$L = 100.36 \text{ m}$$

$$A = 2,767.35 \text{ m}^2$$

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.5	
Tiempo concentración $t_c =$	0.016769088	Hrs.
t_c , en minutos =	1.006145299	Minutos
Factor de conversión $K_c =$	0.278	

$Q = K_c C i A \dots\dots\dots$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.01	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.089	0.107

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \dots\dots\dots \text{Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

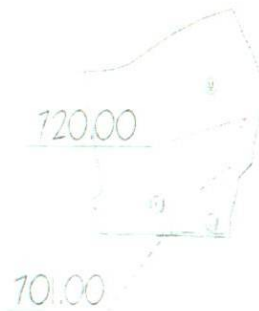
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : M
 Estructura No. : 13.1
 Área = 0.00713905 Km2
 $\Delta h = 19$ mts
 L = 79.08 mts
 S = 0.240263025 mts/mts

Subcuenca M
 Estructura 13.1 (Boca de tormenta)

Tipo de terreno : Terreno escarpado



L = 79.08 m
 A = 7,139.05 m2

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.5
 Tiempo concentración $t_c = 0.016286592$ Hrs.
 t_c , en minutos = 0.977195522 Minutos
 Factor de conversión $K_c = 0.278$

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
0.98	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.231	0.276

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : M'
 Estructura No. 13.2
 Área = 0.00361003 Km2
 Δh = 19 mts
 L = 79.08 mts
 S = 0.240263025 mts/mts

Subcuenca M'
 Estructura 13.2 (Cuneta)



L = 79.08 m
 A = 3,610.03 m2

Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.5
 Tiempo concentración tc = 0.016286592 Hrs.
 tc. en minutos = 0.977195522 Minutos
 Factor de conversión Kc = 0.278

$Q = Kc C i A \dots\dots Ec. del método Racional$

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
0.98	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.117	0.140

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$Tc = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \dots\dots Ec. De Kirpich$

donde :

tc = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

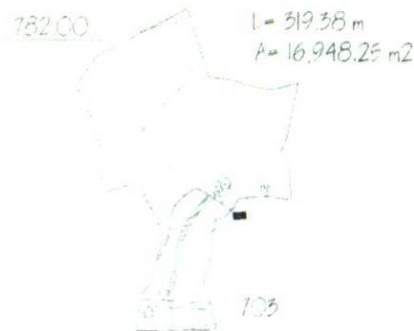
Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : N
 Estructura No. 14.1
 Área = 0.01694825 Km2
 $\Delta h = 79$ mts
 L = 319.38 mts
 S = 0.247354249 mts/mts

Subcuenca N
 Estructura 14.1 (Boca de tormenta)



Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.5
 Tiempo concentración $t_c = 0.047181565$ Hrs.
 t_c , en minutos = 2.830893908 Minutos
 Factor de conversión $K_c = 0.278$

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
2.83	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.547	0.656

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 0
 Estructura No. 15.1
 Área = 0.01180489 Km2
 Δh = 30 mts
 L = 159.89 mts
 S = 0.187628995 mts/mts

Subcuenca 0
 Estructura 15.1 (Boca de tormenta)



Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.5
 Tiempo concentración t_c = 0.03080387 Hrs.
 t_c en minutos = 1.848232202 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.85	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.381	0.457

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \text{ Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

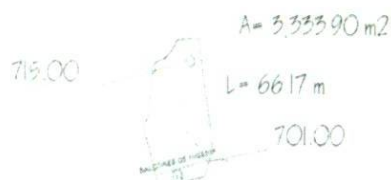
Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : 0'
 Estructura No. 15.4
 Área = 0.0033339 Km2
 Δh = 14 mts
 L = 66.17 mts
 S = 0.211576243 mts/mts

Subcuenca 0'
 Estructura 15.4 (Cunetas)



Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.5
 Tiempo concentración t_c = 0.014910344 Hrs.
 t_c , en minutos = 0.89462067 Minutos
 Factor de conversión K_c = 0.278

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
0.89	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.108	0.129

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

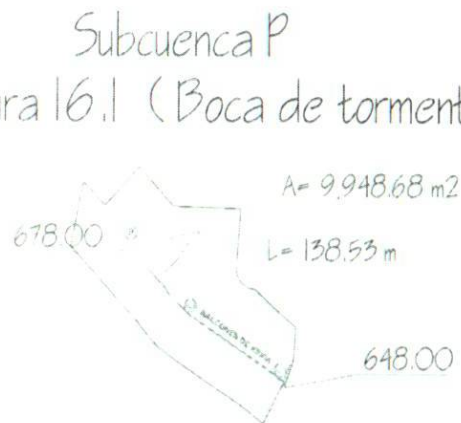
2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza Garcia
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : P
 Estructura No. : 16.1
 Área = 0.00994868 Km2
 $\Delta h = 30$ mts
 L = 138.53 mts
 S = 0.21655959 mts/mts



Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.5
 Tiempo concentración $t_c = 0.026102061$ Hrs.
 t_c , en minutos = 1.566123682 Minutos
 Factor de conversión $K_c = 0.278$

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.57	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.321	0.385

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : Q
 Estructura No. 17.1
 Área = 0.01579657 Km2
 $\Delta h = 41$ mts
 L = 228.01 mts
 S = 0.179816675 mts/mts

Subcuenca Q
 Estructura 17.1 (Boca de tormenta)



Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.4
 Tiempo concentración tc = 0.041152699 Hrs.
 tc, en minutos = 2.469161944 Minutos
 Factor de conversión Kc = 0.278

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
2.47	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.408	0.489

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$Tc = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

tc = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	Q'
Estructura No.	17.5
Área =	0.00798925 Km2
Δh =	31 mts
L =	128.31 mts
S =	0.241602369 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca Q'
Estructura 17.5 (Cuneta)



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.4	
Tiempo concentración tc =	0.023591198	Hrs.
tc, en minutos =	1.415471868	Minutos
Factor de conversión Kc =	0.278	

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.42	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.206	0.247

(ver nota 2)

NOTAS :

- 1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :
 $Tc = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich
donde :
tc = Tiempo de concentración en Hrs.
L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida
- 2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

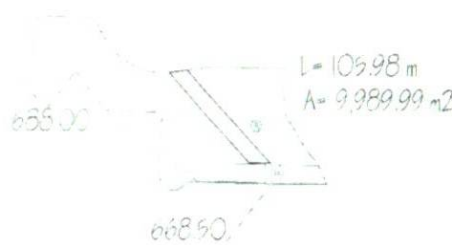
Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : R
 Estructura No. 18.1
 Área = 0.00998999 Km2
 $\Delta h = 19.5$ mts
 L = 105.98 mts
 S = 0.183996981 mts/mts

Subcuenca R
 Estructura 18.1 (Boca de tormenta)



Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.4
 Tiempo concentración $t_c = 0.022612764$ Hrs.
 t_c , en minutos = 1.356765863 Minutos
 Factor de conversión $K_c = 0.278$

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.36	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.258	0.309

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	R'
Estructura No.	18.2
Área =	0.00274202 Km2
Δh =	19.5 mts
L =	105.98 mts 688.00
S =	0.183996981 mts/mts

Subcuenca R'
Estructura 18.2 (Cunetas).



L = 105.98 m
A = 2,742.02 m²

Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.5	
Tiempo concentración tc =	0.022612764	Hrs.
tc, en minutos =	1.356765863	Minutos
Factor de conversión Kc =	0.278	

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.36	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.089	0.106

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

tc = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

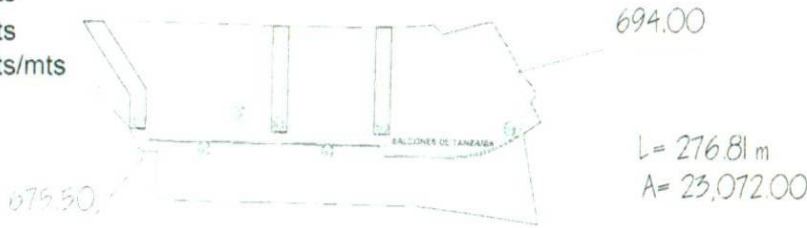
Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	S
Estructura No.	19.1
Área =	0.023072 Km2
Δh =	22 mts
L =	276.81 mts
S =	0.079476898 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca S
Estructura 19.1 (Boca de tormenta).



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.4	
Tiempo concentración tc =	0.065429045	Hrs.
tc, en minutos =	3.925742682	Minutos
Factor de conversión Kc =	0.278	

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
3.93	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.596	0.714

(ver nota 2)

NOTAS :

- 1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :
 $Tc = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich
donde :
tc = Tiempo de concentración en Hrs.
L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.
- 2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No :	S'
Estructura No.	19.2 y 19.3
Área =	0.01447561 Km2
$\Delta h =$	16 mts
L =	192.83 mts
S =	0.082974641 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca S'
Estructura 19.2 (Alcantarilla)
Estructura 19.3 (Boca de tormenta)



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.4	
Tiempo concentración t_c =	0.048716248	Hrs.
t_c , en minutos =	2.922974876	Minutos
Factor de conversión K_c =	0.278	

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
2.92	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.374	0.448

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \dots\dots\dots \text{Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No : Balcones del Campestre
 Para :
 Ubicación : San Pedro Garza García
 Descripción : Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca No : S''
 Estructura No. 19.4 y 19.5
 Área = 0.00882911 Km²
 Δh = 13 mts
 L = 130.87 mts
 S = 0.099335218 mts/mts

Tipo de terreno : Terreno escarpado

Subcuenca S''
 Estructura 19.4 (Alcantarilla)
 Estructura 19.5 (Boca de tormenta)



2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C = 0.4
 Tiempo concentración tc = 0.033726051 Hrs.
 tc, en minutos = 2.023563042 Minutos
 Factor de conversión Kc = 0.278

$Q = Kc C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
2.02	232.34	278.27
GASTO m ³ /seg	0.228	0.273

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385}$ Ec. De Kirpich

donde :

tc = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (tc) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

Proyecto No	Balcones del Campestre
Para :	
Ubicación :	San Pedro Garza García
Descripción :	Estimación de gastos

Análisis hidrológico. Estimación de gastos en subcuencas en condiciones con urbanización, usando el método Racional

1.- DATOS DE ENTRADA

Subcuenca S'''
Estructura 19.6 (cuneta)

Subcuenca No :	S'''
Estructura No.	19.6
Área =	0.00492641 Km2
$\Delta h =$	11 mts
L =	79.76 mts
S =	0.137913741 mts/mts



Tipo de terreno : Terreno escarpado

2.- DATOS DE SALIDA

Valor del coeficiente C =	0.4
Tiempo concentración $t_c =$	0.020300607
t_c , en minutos =	1.218036409
Factor de conversión $K_c =$	0.278

Hrs.
Minutos

$Q = K_c C i A$ Ec. del método Racional

TR	20 años	50 años
Duración en Min.	mm/hr	mm/hr
1.22	232.34	278.27
GASTO m^3/seg	0.127	0.152

(ver nota 2)

NOTAS :

1.- El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación de Kirpich :

$$T_c = (0.000325 L^{0.77}) / S^{0.385} \text{ Ec. De Kirpich}$$

donde :

t_c = Tiempo de concentración en Hrs.

L = Longitud del cauce principal o de la partícula más alejada de la cuenca hasta la salida de la misma.

2.- En la ecuación del método Racional se toma como duración el (t_c) y las curvas I-D-TR se toman de la estación meteorológica de Monterrey, N.L.

IX REVISIÓN HIDRÁULICA DE LAS ESTRUCTURAS PLUVIALES (Bocas de tormenta, alcantarillas y cunetas)

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS ESTRUCTURAS PLUVIALES

Considerando las estructuras de control

Subcuenca	Estructura	Sección	Descripción	Calle que circula o cruza	Díametro o B mayor (m)	Base b, (m)	Altura (m)	Área (m²)	Perímetro Mojado	Rugosidad n	Long. (m)	Δh (m)	s	Rh (m)	Q (m³/s)	Q _{TR20} (m³/s)	Capacidad hidráulica
A	1.1	Rectangular	Boca de tormenta	Av. Sevilla		0.5	0.30	0.150	1.10000	0.011	12.0	0.12	0.010	0.136	0.361	0.319	CON
B	2.1	Rectangular	Boca de tormenta	DDV Línea Eléctrica		1	0.50	0.500	2.00	0.011	12.0	0.12	0.010	0.250	1.804	0.812	CON
	2.2	Circular	Alcantarilla	Av. Sevilla	1			0.785	3.14	0.011	67.3	11.00	0.164	0.250	11.460	0.812	CON
C	3.1	Rectangular	Boca de tormenta	Av. Sevilla		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	22.0	0.09	0.004	0.136	0.228	0.078	CON
	3.2	Circular	Alcantarilla	Entre Sevilla Ote y Pte	1			0.785	3.14	0.011	26.7	0.30	0.011	0.250	3.006	0.890	CON
D	4.1	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Uganda		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.12	0.010	0.136	0.361	0.129	CON
D'	4.2	Triangular	Cuneta	Balcones de Uganda		0.3	0.10	0.015	0.36	0.011	44.0	12.00	0.273	0.042	0.171	0.046	CON
E	5.1	Triangular	Cuneta	Av. Sevilla		0.35	0.15	0.026	0.46	0.011	50.0	0.50	0.010	0.057	0.071	0.068	CON
	5.2	Circular	Alcantarilla	Av. Sevilla	1			0.785	3.14	0.011	17.8	0.07	0.004	0.250	1.792	0.387	CON
F	6.1	Triangular	Cuneta	Calle sin nombre		0.3	0.13	0.020	0.40	0.011	195.3	7.00	0.036	0.049	0.090	0.08	CON
G	7.1	Triangular	Cuneta	Calle sin nombre		0.3	0.12	0.018	0.38	0.011	232.0	55.00	0.237	0.047	0.207	0.17	CON
	7.2	Rectangular	Boca de Tormenta	Calle sin nombre		1	0.30	0.300	1.60	0.011	12.0	0.12	0.010	0.188	0.893	0.17	CON
	7.3	Circular	Alcantarilla	Calle sin nombre	1			0.785	3.14	0.011	36.3	12.00	0.331	0.250	16.303	0.17	CON
H	8.1	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Uganda		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.12	0.010	0.136	0.361	0.145	CON
H'	8.2	Triangular	Cuneta	Balcones de Uganda		0.3	0.12	0.018	0.38	0.011	119.7	14.00	0.117	0.047	0.145	0.126	CON
I	9.1	Rectangular	Boca de tormenta	Comoros		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.12	0.010	0.136	0.361	0.354	CON
	9.5	Circular	Alcantarilla	Área verde sobre Comoros	1			0.785	3.14	0.011	7.0	0.03	0.004	0.250	1.792	0.354	CON
	9.6	Triangular	Cuneta	Comoros		0.3	0.10	0.015	0.36	0.011	39.0	3.00	0.077	0.042	0.091	0.053	CON
I'	9.3	Rectangular	Boca de tormenta	Comoros y B. de Uganda		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	25.0	0.25	0.010	0.136	0.361	0.163	CON
	9.4	Circular	Alcantarilla	Comoros	1			0.785	3.14	0.011	68.0	18.00	0.265	0.250	14.578	0.163	CON
I''	9.2	Triangular	Cuneta	Balcones de Uganda		0.3	0.10	0.015	0.36	0.011	85.0	14.00	0.165	0.042	0.133	0.123	CON
J	10.1	Rectangular	Boca de tormenta	Sevilla Poniente		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.12	0.010	0.136	0.361	0.173	CON
J'	10.2	Triangular	Cuneta	Sevilla Poniente		0.3	0.10	0.015	0.36	0.011	35.0	4.30	0.123	0.042	0.115	0.114	CON
K	11.1	Rectangular	Boca de tormenta	Av. Sevilla		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.12	0.010	0.136	0.361	0.188	CON
K'	11.2	Triangular	Cuneta	Av. Sevilla		0.3	0.10	0.015	0.36	0.011	68.7	12.00	0.175	0.042	0.137	0.048	CON
L	12.1	Rectangular	Boca de tormenta	Av. Sevilla		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.1	0.010	0.136	0.361	0.225	CON
L'	12.2	Triangular	Cuneta	Av. Sevilla		0.3	0.10	0.015	0.36	0.011	73.3	15.0	0.205	0.042	0.148	0.089	CON
M	13.1	Rectangular	Boca de tormenta	Av. Sevilla		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.1	0.010	0.136	0.361	0.231	CON
M'	13.2	Triangular	Cuneta	Av. Sevilla		0.3	0.12	0.018	0.38	0.011	32.0	3.0	0.094	0.047	0.130	0.117	CON
N	14.1	Rectangular	Boca de tormenta	Av. Sevilla		0.5	0.50	0.250	1.50	0.011	21.0	0.2	0.010	0.167	0.688	0.547	CON
	14.2	Circular	Alcantarilla	Av. Sevilla y B. de Nigeria	1			0.785	3.14	0.011	99.8	18.0	0.180	0.250	12.034	0.547	CON
N'	14.3	Rectangular	Boca de tormenta	Av. Sevilla		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	6.0	0.1	0.010	0.136	0.361	0.354	CON
O	15.1	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Tanzania		0.5	0.40	0.200	1.30	0.011	12.0	0.1	0.010	0.154	0.522	0.381	CON
	15.2	Circular	Alcantarilla	Balcones de Tanzania	1			0.785	3.14	0.011	38.0	2.0	0.053	0.250	6.501	0.381	CON
	15.3	Rectangular	Boca de tormenta	Bal. de Nigeria y Tanzania		0.5	0.40	0.200	1.30	0.011	28.0	2.0	0.071	0.154	1.395	0.381	CON
O'	15.4	Triangular	Cuneta	Balcones de Nigeria		0.3	0.12	0.018	0.38	0.011	101.3	18.0	0.178	0.047	0.179	0.108	CON
P	16.1	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Kenia		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.1	0.010	0.136	0.361	0.321	CON
	16.2	Triangular	Cuneta	Balcones de Kenia		0.4	0.15	0.030	0.50	0.011	119.3	18.00	0.151	0.060	0.325	0.321	CON
Q	17.1	Circular	Alcantarilla	Balcones de Nigeria	1			0.785	3.14	0.011	22.0	2.00	0.091	0.250	8.543	0.408	CON
	17.2	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Nigeria		0.5	0.40	0.200	1.30	0.011	12.0	0.12	0.010	0.154	0.522	0.408	CON
	17.3	Circular	Alcantarilla	Balcones de Nigeria	1			0.785	3.14	0.011	43.0	3.00	0.070	0.250	7.484	0.408	CON
	17.4	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Nigeria		0.5	0.40	0.200	1.30	0.011	12.0	0.12	0.010	0.154	0.522	0.408	CON
Q'	17.5	Triangular	Cuneta	Balcones de Nigeria		0.4	0.15	0.030	0.50	0.011	95.2	6.00	0.063	0.060	0.210	0.206	CON
R	18.1	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Tanzania		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.12	0.010	0.136	0.361	0.258	CON
R'	18.2	Triangular	Cuneta	Balcones de Tanzania		0.3	0.12	0.018	0.38	0.011	56.9	4.00	0.070	0.047	0.113	0.089	CON
S	19.1	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Tanzania		0.6	0.40	0.240	1.40	0.011	12.0	0.12	0.010	0.171	0.673	0.594	CON
S'	19.2	Circular	Alcantarilla	Balcones de Tanzania	1			0.785	3.14	0.011	77.3	6.00	0.078	0.250	7.892	0.374	CON
	19.3	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Tanzania		0.6	0.30	0.180	1.20	0.011	12.0	0.12	0.010	0.150	0.462	0.374	CON
S''	19.4	Circular	Alcantarilla	Balcones de Tanzania	1			0.785	3.14	0.011	58.9	3.0	0.051	0.250	6.395	0.228	CON
	19.5	Rectangular	Boca de tormenta	Balcones de Tanzania		0.5	0.30	0.150	1.10	0.011	12.0	0.1	0.010	0.136	0.361	0.228	CON
S'''	19.6	Triangular	Cuneta	Balcones de Tanzania		0.4	0.12	0.024	0.47	0.011	83.1	4.0	0.048	0.051	0.1325	0.1273	CON

Notas:

- a) Para el cálculo de los gastos de diseño se empleó la ecuación de Manning y las pendientes se determinaron con base en las curvas de nivel a cada 2 metros.
- b) El cálculo del gasto máximo para un TR=20 se empleó la ecuación del método Racional Americano, el tiempo de concentración se determinó con base en la ecuación de Kirpich y las curvas I-D-TR, se trazaron en función de los datos de precipitación de la estación meteorológica Monterrey.
- c) El material contemplado para la construcción de las estructuras, es concreto, por lo que la "n" de Manning es siempre igual a 0.011.

**X MEMORIA DE CÁLCULO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL (Presas
reguladoras de flujo)**

Estructura de control No. 1

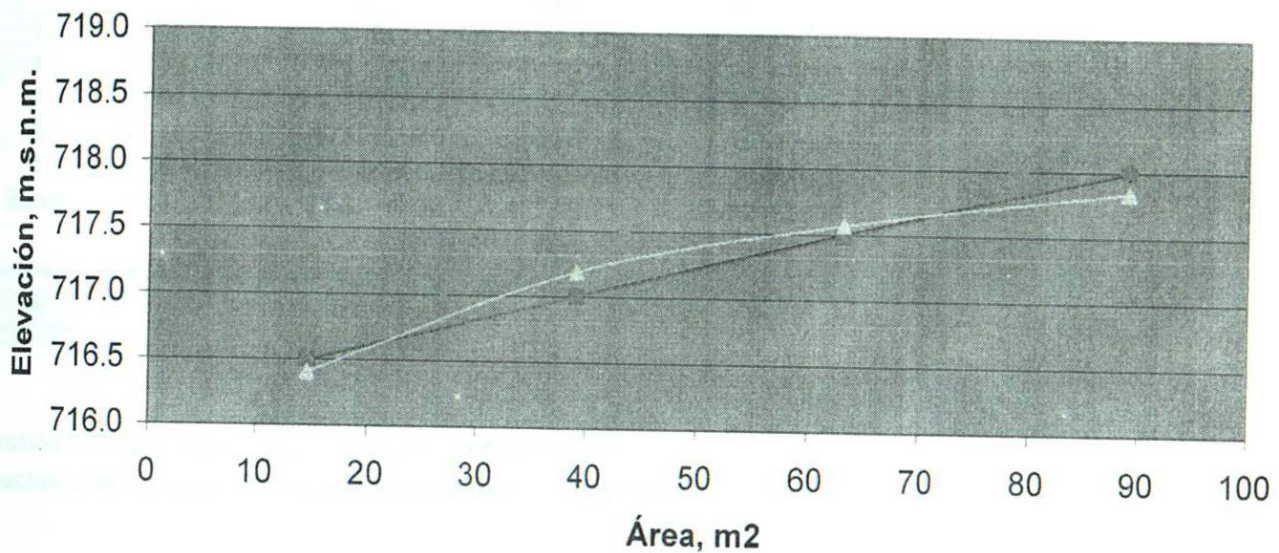
ESTRUCTURA DE CONTROL No. 1

Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E Ajuste Recta	E Ajuste Regres.	E Ajuste curva ojo
0	716.0	-	-	-
14.48	716.5	716.5046454	716.4019584	716.5445074
39.03	717.0	716.9995661	717.1871877	717.397613
63.23	717.5	717.4874309	717.5695551	717.813062
89.07	718.0	718.0083576	717.8412434	718.1082676

Estructura de control No. 1

—◆— Real —■— Ajuste Linea —▲— Ajuste curva —✕— Ajuste a ojo



Regresión lineal

i	Área (m ²) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x*y	x ²
1	14.48	716.5	10374.92	209.6704
2	39.03	717.0	27984.51	1523.3409
3	63.23	717.5	45367.525	3998.0329
4	89.07	718.0	63952.26	7933.4649
Suma	205.81	2869.00	147679.22	13664.51

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A **b**
716.2127329 **0.020159703**

Donde:

Curva Elevaciones vs Área

4	205.81	2869
205.81	13664.51	147679.215
1	51.4525	717.25
0	-14.9413055	-0.30121228

1	51.4525	717.25
0	1	0.020159703

Regresión no lineal

$$E=a(\text{Area})^b$$

Haciendo:

$$y=\ln E$$

$$\ln E = \ln a + b \ln(\text{Area})$$

$$n=4$$

$$x=\ln(\text{Area})$$

$$A= \ln a$$

i	x Ln(Area)i	y LnEi	x*y Ln(Area)i*LnEi	x ² (Ln(Area)i) ²
1	2.672768387	6.574378247	17.57179034	7.14369085
2	3.664330581	6.575075841	24.09325148	13.42731861
3	4.146778872	6.575772948	27.26827633	17.19577501
4	4.489422577	6.576469569	29.52455096	20.15491508
Suma	14.97330042	26.3016966	98.45786911	57.92169955

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.57129	0.00110	714.28964

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=708.14V^{0.0007}$

Ecuación ajustada a ojo con base a la anterior: $E=706.6V^{0.0112}$

4	14.97330042	26.3016966
14.97330042	57.92169955	98.45786911
1	3.743325104	6.575424151
-1	-3.86833216	-6.575562258
1	3.743325104	6.575424151
0	-0.12500706	-0.000138107
1	3.743325104	6.575424151
0	1	0.001104795

$$b = 0.001104795$$

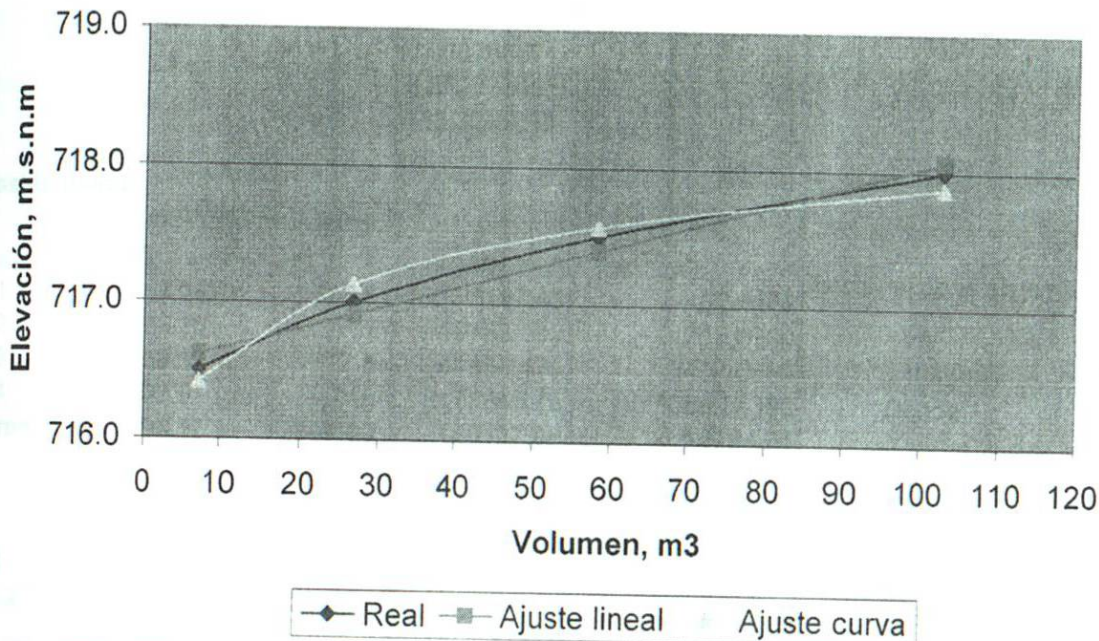
$$A = 6.571288543$$

$$a = 714.2896423$$

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 1 **Determinación de la curva Volumen vs Elevación**

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E AjusteForm	Vol por curva (m ³)
0	0.0	716.0	-	-	-
14.48	7.24	716.5	716.62	716.42	7.24
39.03	26.76	717.0	716.91	717.14	19.52
63.23	58.37	717.5	717.40	717.57	31.62
89.07	102.91	718.0	718.07	717.88	44.54

Estructura de control No. 1



i	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	7.24	716.5	1.979621206	6.574378247	13.0147786	3.918900121
2	26.76	717.0	3.286721372	6.575075841	21.61044229	10.80253738
3	58.37	717.5	4.066802059	6.575772948	26.74236696	16.53887899
4	102.91	718.0	4.633806233	6.576469569	30.47408568	21.4721602
Suma			13.96695087	26.3016966	91.84167352	52.73247669

$$E = aV^b$$

Haciendo:

$$y = \ln E$$

$$x = \ln V$$

$$A = \ln a$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$A = 6.572739455$$

$$b = 0.000768871$$

$$a = 715.3267661$$

$$\ln E = \ln a + b \ln V$$

$$n = 4$$

Resolviendo matricialmente

$$\begin{vmatrix} 4 & 13.9669509 & 26.3016966 \\ 13.966951 & 52.7324767 & 91.84167352 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 3.49173772 & 6.575424151 \\ -1 & -3.77551816 & -6.575642342 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 3.49173772 & 6.575424151 \\ 0 & -0.28378045 & -0.000218191 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 3.49173772 & 6.575424151 \\ 0 & 1 & 0.000768871 \end{vmatrix}$$

$$b = 0.000768871$$

$$A = 6.572739455$$

$$a = 715.3267661$$

Regresión lineal

i	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	
	X_i	Y_i	x^*y
1	7.24	716.5	5187.46
2	26.76	717	19183.335
3	58.37	717.5	41880.475
4	102.91	718	73885.79
Suma	195.27	2869.00	140137.06

$$\begin{matrix} x^2 \\ 52.4176 \\ 715.8300 \\ 3407.0569 \\ 10589.4390 \\ 14764.74 \end{matrix}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$\begin{matrix} A & b \\ 716.5068188 & 0.015223664 \end{matrix}$$

Donde:

$$\begin{vmatrix} 4 & 195.27 & 2869 \\ 195.27 & 14764.74 & 140137.06 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 48.8175 & 717.25 \\ 0 & 1 & 0.015223664 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 48.8175 & 717.25 \\ 0 & -26.79444 & -0.40790956 \end{vmatrix}$$

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC1
Ubicación	San Pedro Garza García
Descripción	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m ³ /s)	dt (min)
1.89	2.510	6.701	1.277	0.25

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:

para $0 < t < t_p$

$$Q = bt$$

$$b = 0.5089$$

Entonces $Q = 0.5089 t$

$$dt = 0.25$$

t (hr)	Q (m ³ /s)
0.00	0.000
0.25	0.13
0.50	0.25
0.75	0.38
1.00	0.51
1.25	0.64
1.50	0.76
1.75	0.89
2.00	1.02
2.25	1.15
2.50	1.27
2.75	1.20
3.00	1.13
3.25	1.05
3.50	0.98
3.75	0.90
4.00	0.82
4.25	0.75
4.50	0.67
4.75	0.59
5.00	0.52
5.25	0.44
5.50	0.37
5.75	0.29
6.00	0.21
6.25	0.14
6.50	0.06
6.70	0.00

Ecuación de la recta para el dominio:

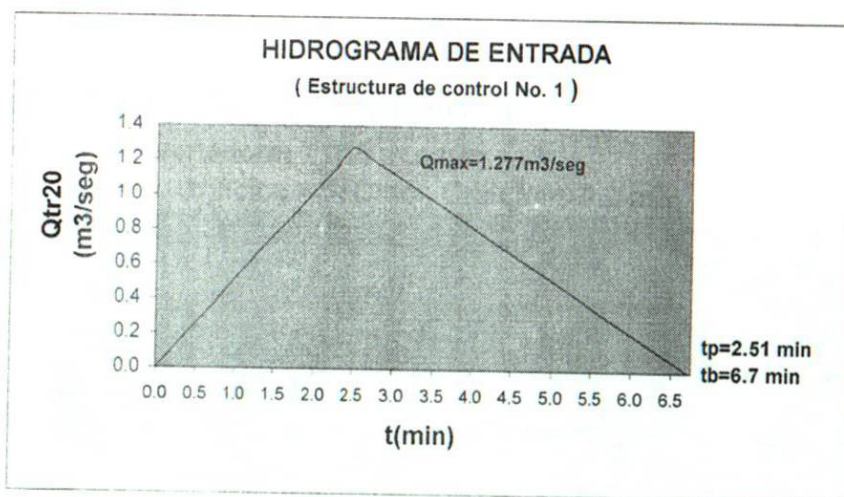
para $t_p < t < t_b$

$$Q = a - mt$$

$$m = 0.3048$$

$$a = 2.0422$$

Entonces $Q = 2.0422 - 0.305 t$



Notas:

a) Las unidades de gastos estan en m³/seg

b) Las unidades de tiempo estan en hrs.

c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico

$$t_p = \sqrt{t_c + 0.6 t_c}$$

d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $t_b = 2.67 t_p$

Tránsito de una avenida de un TR= 20 años en el embalse de la Estructura No. 1

a) Curva $(2V/dT) + S$ contra S
 min segundos
 dt= 0.25 15

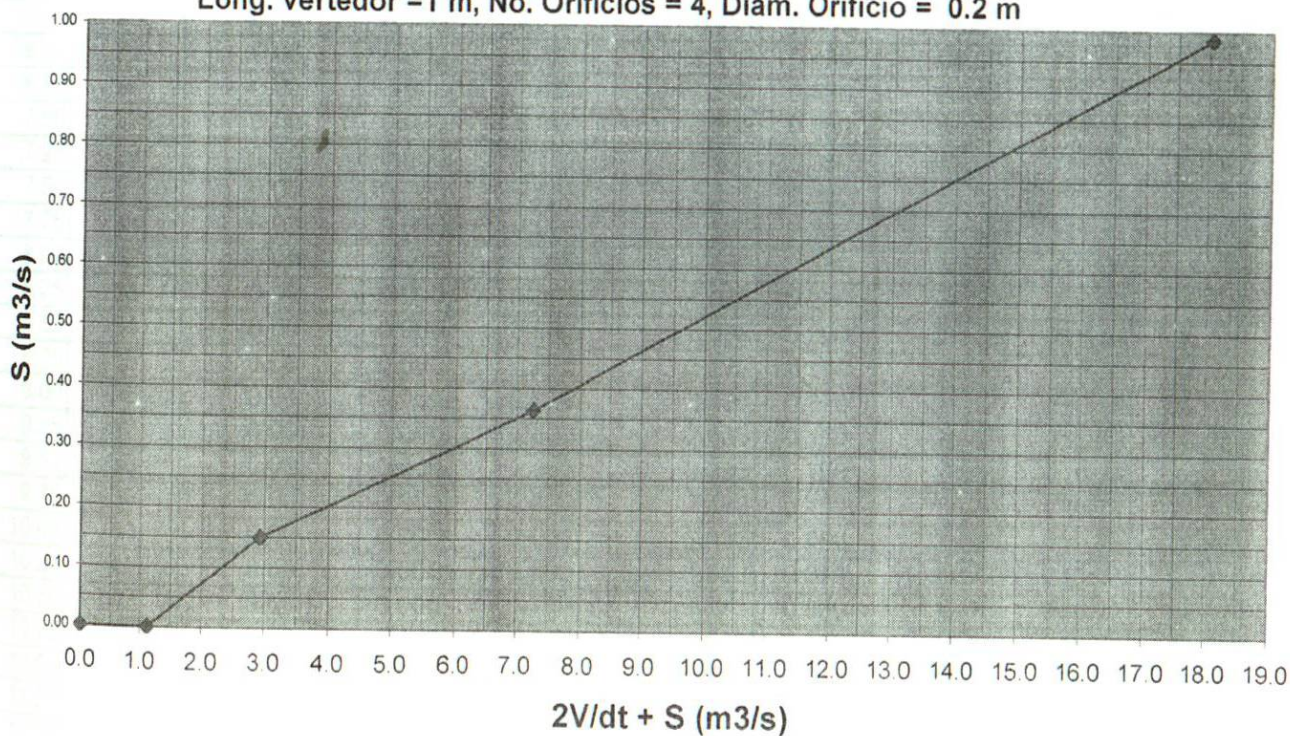
Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. ,b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
717.50	1	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	716.50	2	0.2	3.0	15.0	0.76
				2° lecho	717.00	2	0.2	2.0	10.0	0.77

E m.s.n.m.	V (m ³)	2V/dt + S (m ³ /s)	S (m ³ /s)
716.00	0.00	0.000	0.000
716.50	8.43	1.124	0.000
717.00	20.88	2.933	0.150
717.50	51.70	7.256	0.363
718.00	127.92	18.042	0.986

Estructura de control No. 1

Cota cresta vertedora: 717.5 m.s.n.m.

Long. vertedor =1 m, No. Orificios = 4, Diam. Orificio = 0.2 m



1 t min	2 i	3 I_i m^3/s	4 $I_i + I_{i+1}$ m^3/s	5 $2V_i/dt - S_i$ m^3/s	6 $2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$ m^3/s	7 S_i m^3/s	8 V_i m^3	9 E_i m	10 A_i m^2
0.00	0	0.00	0.127	0.000	0.127	0.000	0.00	716.00	0.00
0.25	1	0.13	0.382	0.127	0.509	0.000	0.95	716.52	15.31
0.50	2	0.25	0.636	0.509	1.145	0.000	3.82	716.56	17.47
0.75	3	0.38	0.891	1.145	2.036	0.000	8.59	716.64	21.07
1.00	4	0.51	1.145	1.886	3.031	0.075	14.71	716.73	25.69
1.25	5	0.64	1.400	2.731	4.130	0.150	21.61	716.84	30.90
1.50	6	0.76	1.654	3.710	5.364	0.210	29.40	716.95	36.79
1.75	7	0.89	1.909	4.824	6.733	0.270	38.21	717.09	43.44
2.00	8	1.02	2.163	6.073	8.236	0.330	48.02	717.24	50.85
2.25	9	1.15	2.417	7.396	9.813	0.420	58.62	717.40	58.85
2.50	10	1.27	2.476	8.773	11.250	0.520	69.70	717.57	67.22
2.75	11	1.20	2.332	10.090	12.422	0.580	80.02	717.73	75.02
3.00	12	1.13	2.180	11.102	13.282	0.660	88.21	717.85	81.20
3.25	13	1.05	2.027	11.842	13.869	0.720	94.21	717.94	85.73
3.50	14	0.98	1.875	12.369	14.244	0.750	98.39	718.00	88.89
3.75	15	0.90	1.723	12.704	14.426	0.770	101.05	718.05	90.90
4.00	16	0.82	1.570	12.866	14.436	0.780	102.35	718.06	91.88
4.25	17	0.75	1.418	12.856	14.274	0.790	102.35	718.06	91.88
4.50	18	0.67	1.265	12.734	14.000	0.770	101.28	718.05	91.07
4.75	19	0.59	1.113	12.500	13.613	0.750	99.37	718.02	89.63
5.00	20	0.52	0.961	12.153	13.113	0.730	96.62	717.98	87.55
5.25	21	0.44	0.808	11.713	12.522	0.700	93.10	717.92	84.89
5.50	22	0.37	0.656	11.182	11.838	0.670	88.89	717.86	81.71
5.75	23	0.29	0.504	10.578	11.081	0.630	84.06	717.79	78.06
6.00	24	0.21	0.351	9.921	10.272	0.580	78.76	717.71	74.06
6.25	25	0.14	0.199	9.212	9.411	0.530	73.07	717.62	69.76
6.50	26	0.06	0.062	8.451	8.513	0.480	66.98	717.53	65.17
6.75	27	0.00	0.000	7.653	7.653	0.430	60.62	717.43	60.37
7.00	28	0.00	0.000	6.893	6.893	0.380	54.55	717.34	55.78
7.25	29	0.00	0.000	6.193	6.193	0.350	49.07	717.25	51.65
7.50	30	0.00	0.000	5.553	5.553	0.320	44.05	717.18	47.85
7.75	31	0.00	0.000	4.993	4.993	0.280	39.55	717.11	44.45
8.00	32	0.00	0.000	4.493	4.493	0.250	35.57	717.05	41.45
8.25	33	0.00	0.000	4.033	4.033	0.230	31.97	716.99	38.73
8.50	34	0.00	0.000	3.633	3.633	0.200	28.75	716.94	36.30
8.75	35	0.00	0.000	3.273	3.273	0.180	25.90	716.90	34.14
9.00	36	0.00	0.000	2.933	2.933	0.170	23.27	716.86	32.16
9.25	37	0.00	0.000	2.633	2.633	0.150	20.87	716.82	30.35
9.50	38	0.00	0.000	2.393	2.393	0.120	18.85	716.79	28.82
9.75	39	0.00	0.000	2.193	2.193	0.100	17.20	716.77	27.57
10.00	40	0.00	0.000	2.033	2.033	0.080	15.85	716.75	26.56
10.25	41	0.00	0.000	1.893	1.893	0.070	14.72	716.73	25.71
10.50	42	0.00	0.000	1.773	1.773	0.060	13.75	716.72	24.97
10.75	43	0.00	0.000	1.673	1.673	0.050	12.92	716.70	24.35
11.00	44	0.00	0.000	1.593	1.593	0.040	12.25	716.69	23.84
11.25	45	0.00	0.000	1.533	1.533	0.030	11.72	716.69	23.44
11.50	46	0.00	0.000	1.463	1.463	0.035	11.23	716.68	23.07
11.75	47	0.00	0.000	1.403	1.403	0.030	10.75	716.67	22.70
12.00	48	0.00	0.000	1.363	1.363	0.020	10.37	716.66	22.42

12.25	49	0.00	0.000	1.323	1.323	0.020	10.07	716.66	22.19
12.50	50	0.00	0.000	1.293	1.293	0.015	9.81	716.66	22.00
12.75	51	0.00	0.000	1.273	1.273	0.010	9.62	716.65	21.85
13.00	52	0.00	0.000	1.263	1.263	0.005	9.51	716.65	21.77
13.25	53	0.00	0.000	1.263	1.263	0.000	9.47	716.65	21.74

Qmax = 1.27

Qmax = 0.79

718.06

NAME

Nivel de la cresta vertedora:	717.50	m.s.n.m.
Nivel desplante estructura	716.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	718.06	m.s.n.m.
QMAX _{DISEÑO} =	1.27	m ³ /S
QMAX _{SALIDA} =	0.79	m ³ /S
Gasto regulado:	0.48	m ³ /S
	37.91	%
Volumen =	102.35	m ³
Área de inundación =	91.88	m ²

Conclusiones:

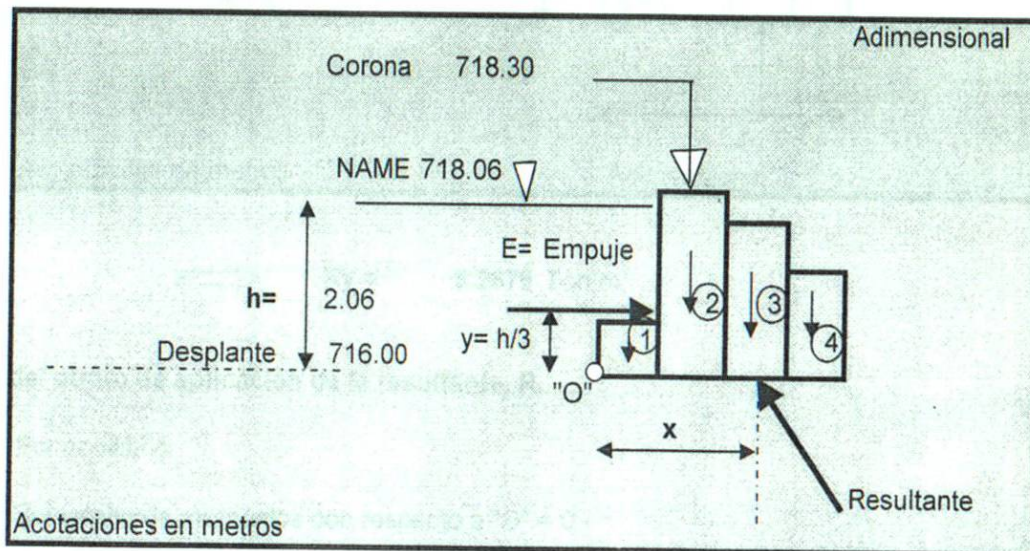
Es necesario colocar un vertedor en la estructura y elevar la corona 20 cm arriba del NAME, cuando menos.

Cálculo estructural

Estructura de control No. 1

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo Libre =	0.24	Unidad m
Ancho Gavión (a)=	1	m
No. De bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura, E.

$$E = 2.13 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante, R.

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

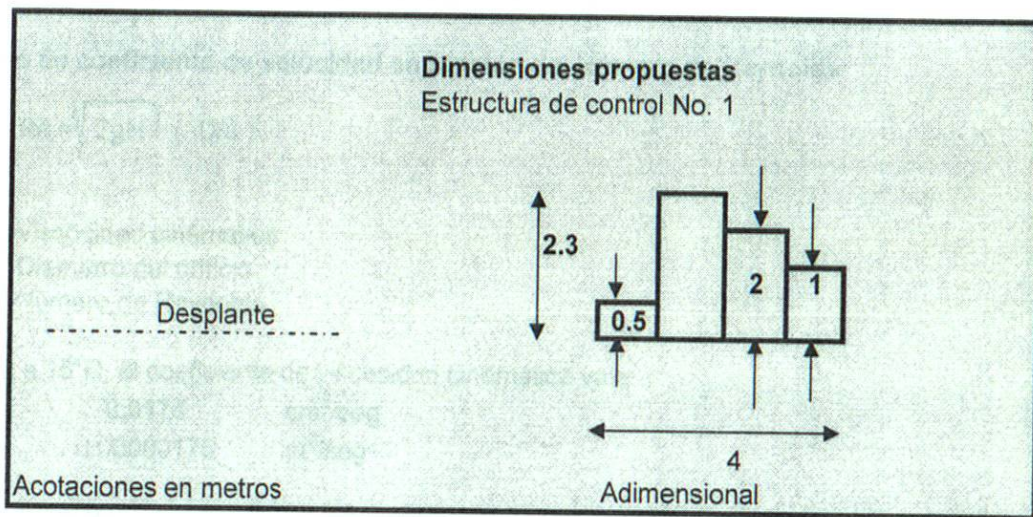
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= R_x \\ \Rightarrow R_x &= 2.13 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = R_y$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 9.2879 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante, R .

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 20.9993$$

$$x = 2.26093 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta

Por lo tanto: La Estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico

Aplicando la ec. de Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

Donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía
g Constante de gravedad
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds

$$Re = \frac{V \sqrt{2gH}}{\nu} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde

- ν = Viscosidad cinématica
 D = Diámetro del orificio
 Re = Número de Reynolds

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\nu = 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg}$$

$$\nu = 0.00000175 \text{ m}^2/\text{seg}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 6.33E+05$$

$$\Rightarrow \begin{array}{ll} \text{Por lo tanto} & \begin{array}{ll} C_v = & 0.98 \\ V = & 5.43 \text{ m/s} \end{array} \end{array}$$

De la ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} a_y &= -g \\ V_y &= -gt + V_{0y} \\ y &= -\frac{1}{2}gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} a_x &= 0 \\ V_x &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$V_{0y} = \text{cero}$

$x_0 = \text{cero}$

Entonces:

En "y"

$$a_y = -g$$

$$V_y = -gt$$

$$y = -1/2 gt^2 + y_0 \quad (1)$$

En "x"

$$a_x = 0$$

$$V_x = V_{0x}$$

$$x = V_{0x}t \quad (2)$$

Datos:

$$V_{0x} = 5.43 \quad \text{m/s}$$

$$y_0 = 0.50 \quad \text{m}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

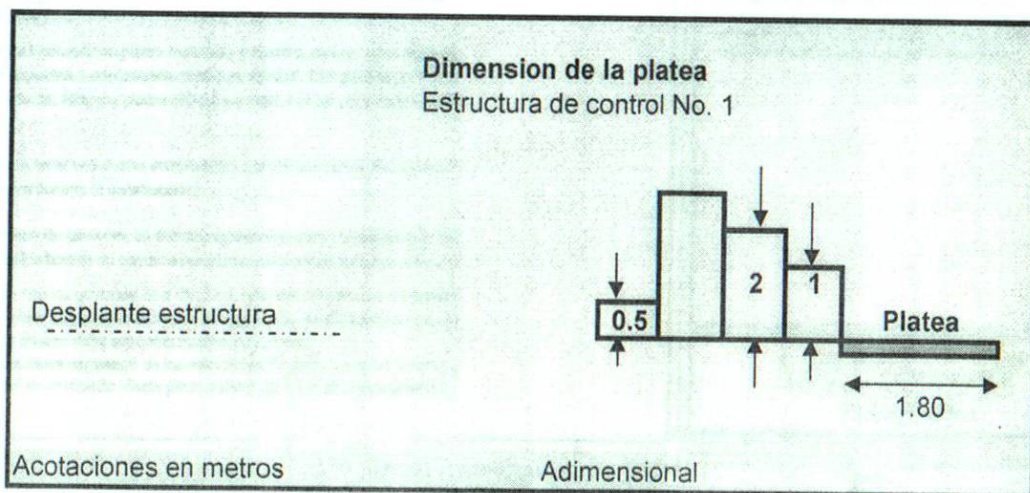
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

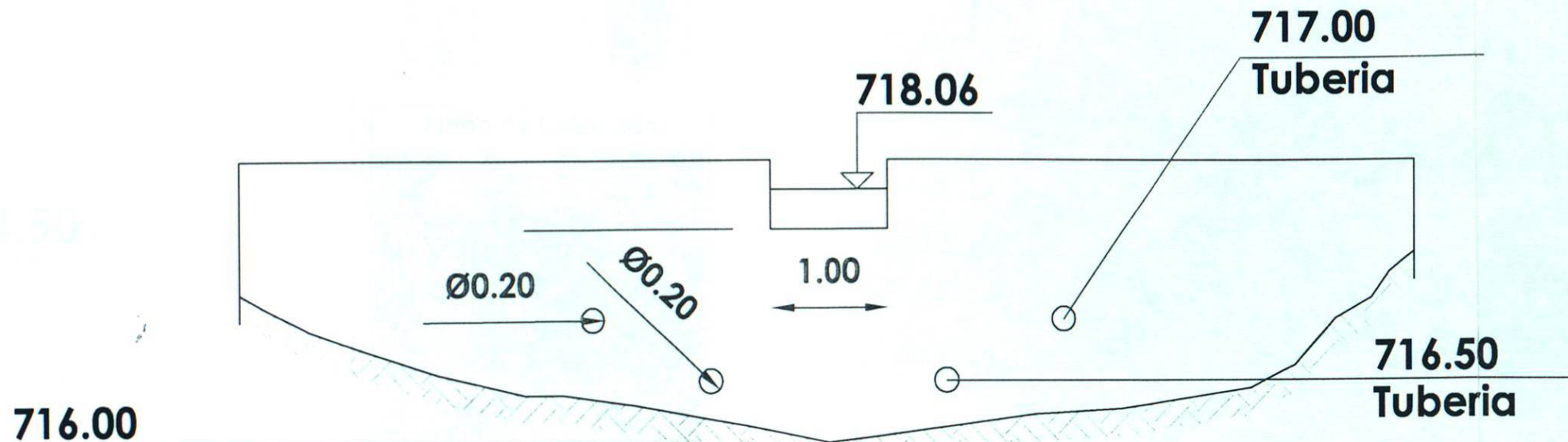
Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.7338 \text{ m}$$

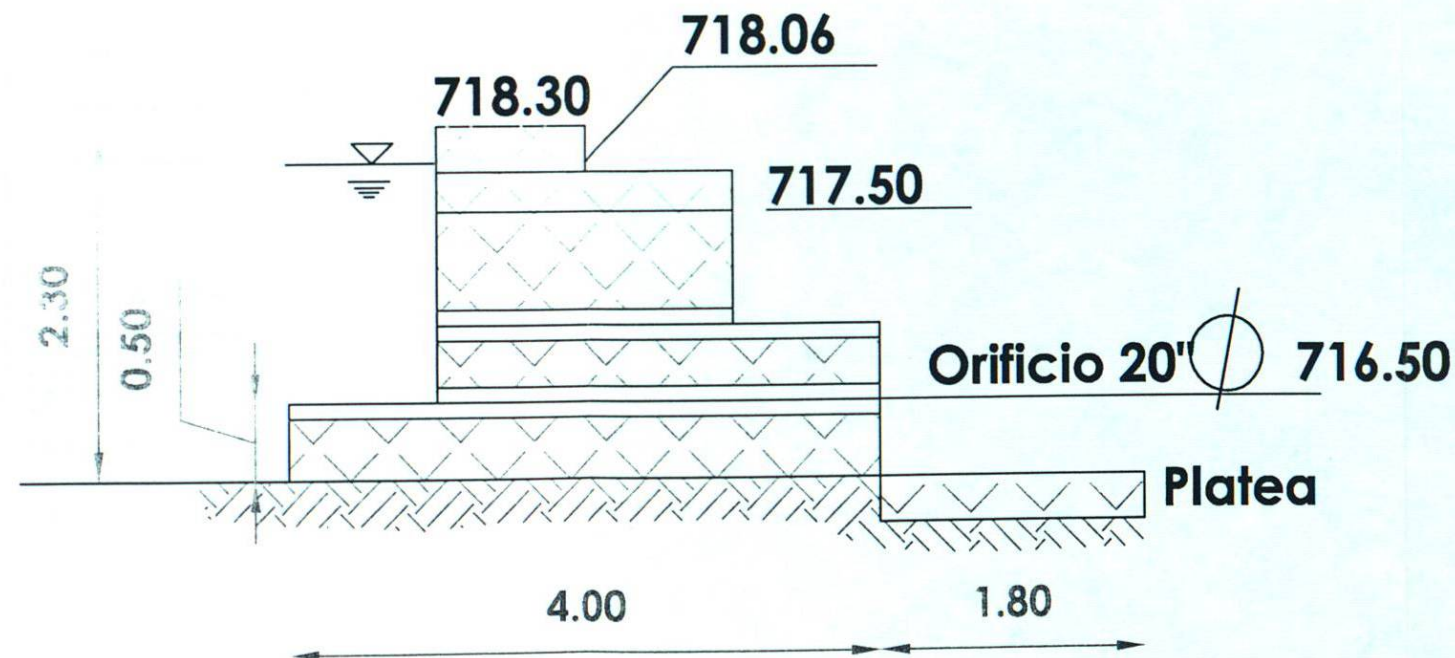
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.80 \text{ m}$$





VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm²

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torsión, y las torsiones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por lo general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura. El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.



Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	○
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	▽

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectada por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

0 0.25 0.50 1.00

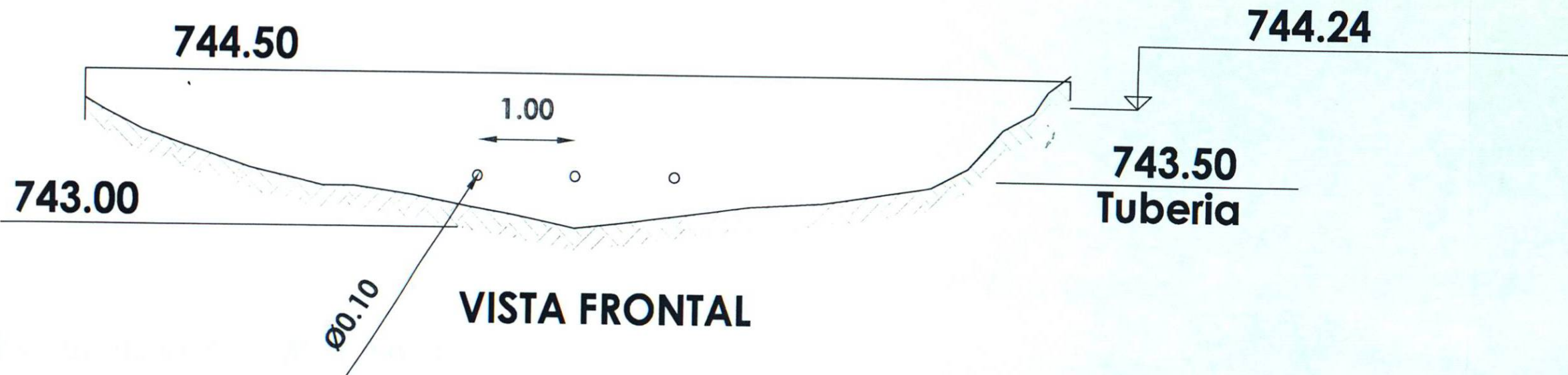
Escala Gráfica

Acotaciones:

Metros.

1

Estructura de Control No 1
Balcones del Campestre



VISTA FRONTAL

744.24

744.50

Orificio 10"

743.50

Platea

743.00

0.50

4.00

1.20

VISTA LATERAL



Plano de Ubicación



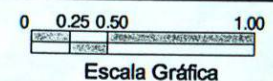
Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	o
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	—

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm³, se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.



Escala Gráfica

Acotaciones:

Metros.

2

**Estructura de Control No 2
Balcones del Campestre**

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac.

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarrado y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm².

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torción, y las torciones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros.

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por lo general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm.

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarrado especificado.

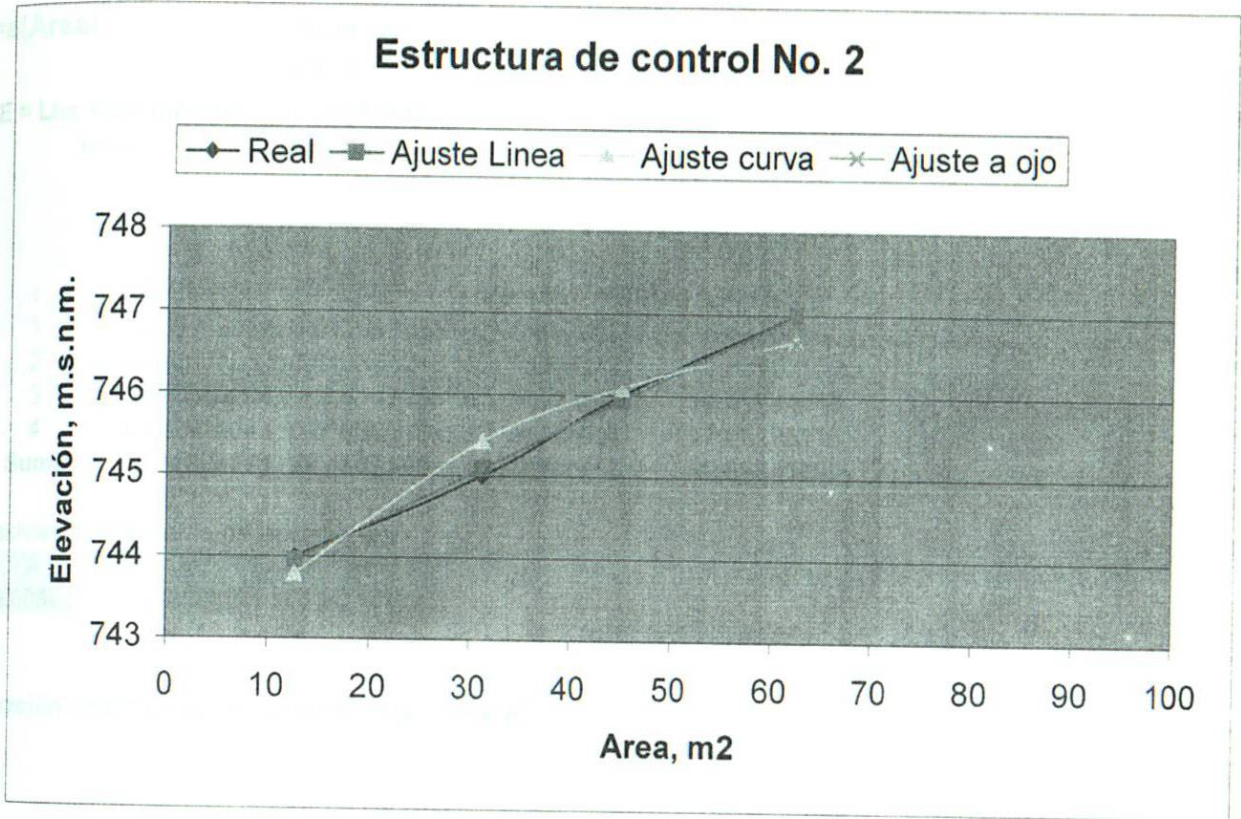
Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarrado y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura. El diámetro del alambre de amarrado debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.

Estructura de control No. 2

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 2
Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E AjusRecta	E Ajus Regres.	E Ajus curva ojo
0	743	-	-	-
12.61	744	743.9599012	743.7953013	744.2631094
31.19	745	745.0958693	745.4293111	745.6123513
45.04	746	745.9426485	746.0933397	746.1605083
62.36	747	747.0015811	746.6818183	746.6462274



Regresión lineal

	Área (m ²)	E (m.s.n.m)		
i	Xi	Yi	x*y	x ²
1	12.61	744	9381.84	159.0121
2	31.19	745	23236.55	972.8161
3	45.04	746	33599.84	2028.6016
4	62.36	747	46582.92	3888.7696
Suma	151.20	2982.00	112801.15	7049.20

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
743.1889347	0.061139295

Resolviendo matricialmente

4	151.20	2982	1	37.8	745.5
151.20	7049.20	112801.15	0	1	0.0611
1	37.8	745.5			
0	-8.82168915	-0.53935185			

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no Lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$x=Ln(Area)$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area)i	LnEi	Ln(Area)i*LnEi	(Ln(Area)i) ²
1	2.53449015	6.612041035	16.75815287	6.42364032
2	3.440097531	6.613384218	22.75068672	11.83427102
3	3.807550984	6.6147256	25.18590497	14.49744449
4	4.132924044	6.616065185	27.34369488	17.08106116
Suma	13.91506271	26.45621604	92.03843944	49.83641699

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.60562	0.00242	739.24127

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

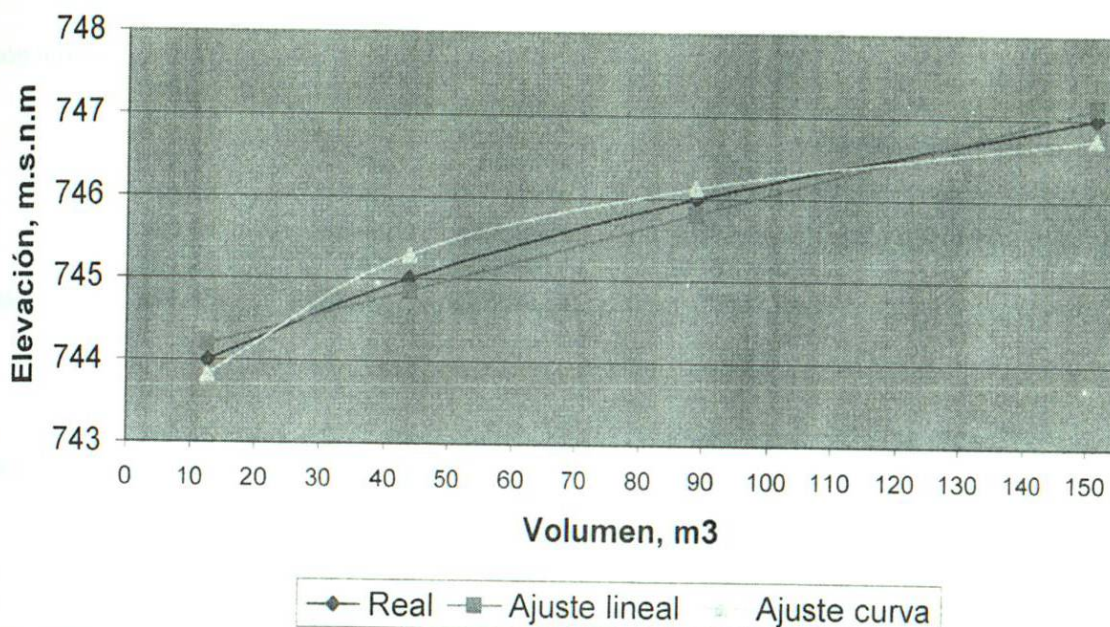
4	13.91506271	26.45621604
13.91506271	49.83641699	92.03843944
1	3.478765677	6.61405401
-1	-3.58147268	-6.614302887
1	3.478765677	6.61405401
0	-0.10270701	-0.000248877
1	3.478765677	6.61405401
0	1	0.002423174
b =		0.002423174
A =		6.605624354
a =		739.2412726

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 2

Determinación de la curva Volumen vs Elevación

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E AjusteForm	Vol por curva (m ³)
0	0.0	743	-	-	-
12.61	12.61	744	744.20	743.83	12.61
31.19	43.80	745	744.86	745.29	31.19
45.04	88.84	746	745.81	746.13	45.04
62.36	151.20	747	747.14	746.75	62.36

Estructura de control No. 2



	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
i	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	12.61	744	2.53449015	6.612041035	16.75815287	6.42364032
2	43.80	745	3.779633817	6.613384218	24.99617064	14.28563179
3	88.84	746	4.486836999	6.6147256	29.67919556	20.13170626
4	151.20	747	5.018603464	6.616065185	33.20340765	25.18638073
Suma			15.81956443	26.45621604	104.6369267	66.0273591

$$E = aV^b$$

Haciendo:

$$y = \ln E$$

$$x = \ln V$$

$$A = \ln a$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.607802876	0.001580608	740.8534815

$$\ln E = \ln a + b \ln V$$

n = 4

Resolviendo maricialmente

4	15.8195644	26.45621604
15.8195644	66.0273591	104.6369267

1	3.95489111	6.61405401
-1	-4.17377858	-6.614399985

1	3.95489111	6.61405401
0	-0.21888747	-0.000345975

1	3.95489111	6.61405401
0	1	0.001580608

$$b = 0.001580608$$

$$A = 6.607802876$$

$$a = 740.8534815$$

Regresión lineal

Vol (m3) E (m.s.n.m)

i	Xi	Yi	x*y
1	12.61	744	9381.84
2	43.80	745	32631
3	88.84	746	66274.64
4	151.20	747	112946.4
Suma	296.45	2982.00	221233.88

 x^2

159.0121
1918.4400
7892.5456
22861.4400
32831.44

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
743.9277483	0.021214393

4	296.45	2982
296.45	32831.44	221233.88

1	74.1125	745.5
0	1	0.021214393

1	74.1125	745.5
0	-36.6361514	-0.7772137

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC2
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	QTR20 (m³/s)	dt (min)
0.82	1.403	3.746	0.129	0.14

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para 0<t<tp

Q = bt

b = 0.0921

Entonces Q = 0.0921 t

Ecuación de la recta para el dominio:
para tp<t<tb

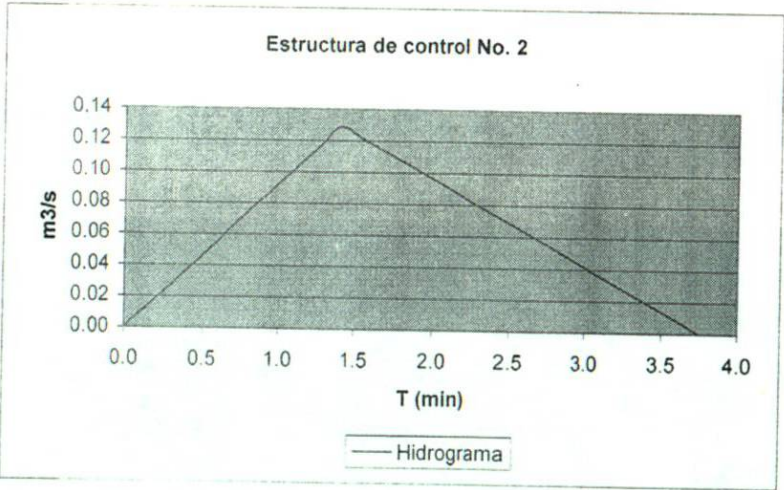
Q = a - mt

m = 0.0551

a = 0.2065

Entonces Q = 0.2065 - 0.0551 t

dt=	0.14
t (hr)	Q (m³/s)
0.00	0.000
0.14	0.01
0.28	0.03
0.42	0.04
0.56	0.05
0.70	0.06
0.84	0.08
0.98	0.09
1.12	0.10
1.26	0.12
1.40	0.13
1.54	0.12
1.68	0.11
1.82	0.11
1.96	0.10
2.10	0.09
2.24	0.08
2.38	0.08
2.52	0.07
2.66	0.06
2.80	0.05
2.94	0.04
3.08	0.04
3.22	0.03
3.36	0.02
3.50	0.01
3.64	0.01
3.78	0.00
Qmax	0.13



- Notas:
- a) Las unidades de gastos estan en m³/seg
 - b) Las unidades de tiempo estan en hrs.
 - c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico $t_p = \sqrt{t_c + 0.6t_c}$
 - d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $t_b = 2.67t_p$

Tránsito de una avenida de un $T_r = 20$ años en el embalse de la estructura No. 2

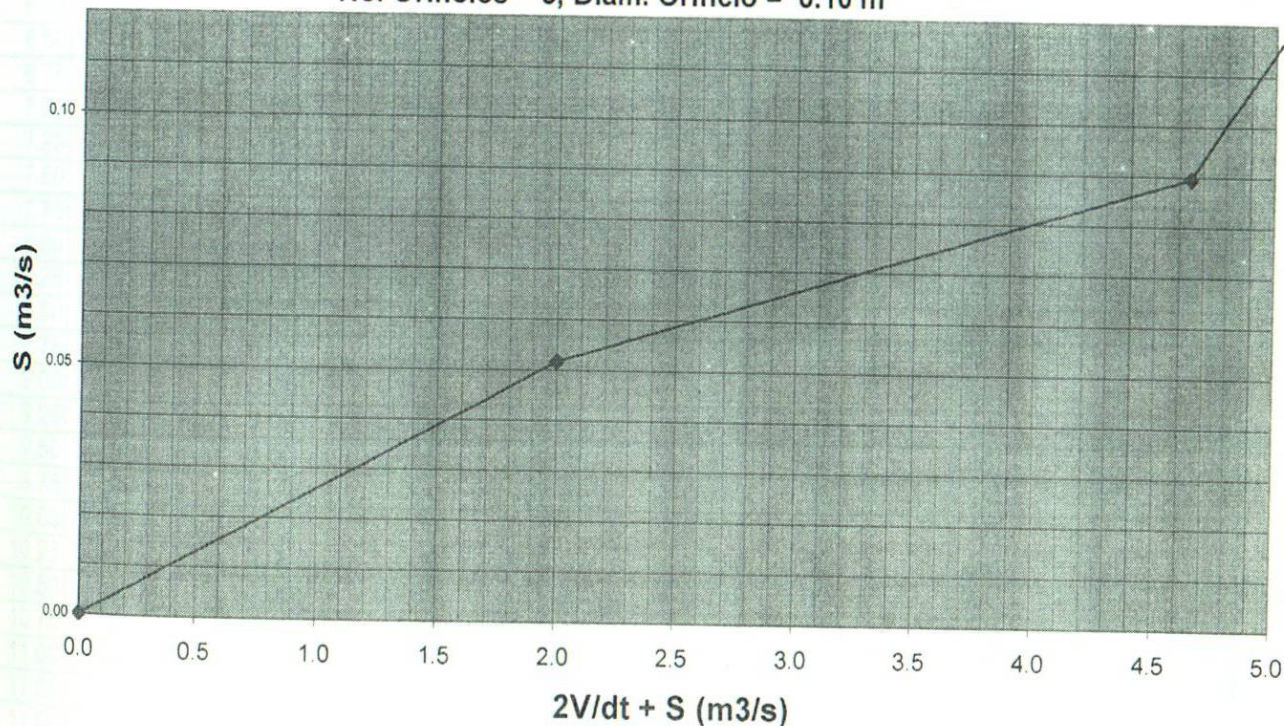
a) Curva $(2V/dT) + S$ contra S
 min segundos
 $dt = 0.25 \quad 15$

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. , b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
745.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	743.50	3	0.1	3.0	30.0	0.70
				2° lecho	744.00	0	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m ³)	$2V/dt + S$ (m ³ /s)	S (m ³ /s)
743.00	0.00	0.000	0.000
744.00	14.60	1.999	0.052
745.00	34.16	4.645	0.089
746.00	79.82	11.193	0.551
747.00	186.29	26.206	1.367

Estructura de control No. 2

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1 t min	2 i	3 I_i m^3/s	4 $I_i + I_{i+1}$ m^3/s	5 $2V_i/dt - S_i$ m^3/s	6 $2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$ m^3/s	7 S_i m^3/s	8 V_i m^3	9 E_i m	10 A_i m^2
0.00	0	0.00	0.013	0.000	0.013	0.000	0.00	743.00	0.00
0.25	1	0.01	0.039	0.013	0.052	0.000	0.10	743.00	0.00
0.50	2	0.03	0.064	0.050	0.114	0.001	0.38	743.94	12.22
0.75	3	0.04	0.090	0.109	0.199	0.003	0.84	743.95	12.37
1.00	4	0.05	0.116	0.187	0.303	0.006	1.45	743.96	12.59
1.25	5	0.06	0.142	0.287	0.429	0.008	2.21	743.97	12.85
1.50	6	0.08	0.168	0.405	0.573	0.012	3.13	743.99	13.17
1.75	7	0.09	0.193	0.543	0.736	0.015	4.18	744.02	13.54
2.00	8	0.10	0.219	0.698	0.917	0.019	5.38	744.04	13.95
2.25	9	0.12	0.245	0.869	1.114	0.024	6.70	744.07	14.41
2.50	10	0.13	0.251	1.060	1.311	0.027	8.15	744.10	14.91
2.75	11	0.12	0.236	1.243	1.478	0.034	9.58	744.13	15.41
3.00	12	0.11	0.220	1.402	1.622	0.038	10.80	744.16	15.83
3.25	13	0.11	0.205	1.538	1.743	0.042	11.85	744.18	16.20
3.50	14	0.10	0.189	1.651	1.840	0.046	12.73	744.20	16.50
3.75	15	0.09	0.174	1.744	1.918	0.048	13.44	744.21	16.75
4.00	16	0.08	0.158	1.818	1.976	0.050	14.01	744.22	16.95
4.25	17	0.08	0.143	1.872	2.015	0.052	14.43	744.23	17.09
4.50	18	0.07	0.127	1.909	2.037	0.053	14.72	744.24	17.19
4.75	19	0.06	0.112	1.931	2.043	0.053	14.88	744.24	17.25
5.00	20	0.05	0.097	1.937	2.033	0.053	14.92	744.24	17.26
5.25	21	0.04	0.081	1.927	2.009	0.053	14.85	744.24	17.24
5.50	22	0.04	0.066	1.905	1.970	0.052	14.67	744.24	17.18
5.75	23	0.03	0.050	1.868	1.919	0.051	14.39	744.23	17.08
6.00	24	0.02	0.035	1.819	1.853	0.050	14.01	744.23	16.95
6.25	25	0.01	0.019	1.757	1.777	0.048	13.54	744.21	16.78
6.50	26	0.01	0.004	1.685	1.689	0.046	12.98	744.20	16.59
6.75	27	0.00	-0.002	1.601	1.599	0.044	12.34	744.19	16.36
7.00	28	0.00	0.000	1.515	1.515	0.042	11.68	744.18	16.14
7.25	29	0.00	0.000	1.437	1.437	0.039	11.07	744.16	15.92
7.50	30	0.00	0.000	1.363	1.363	0.037	10.50	744.15	15.73
7.75	31	0.00	0.000	1.293	1.293	0.035	9.96	744.14	15.54
8.00	32	0.00	0.000	1.225	1.225	0.034	9.44	744.13	15.36
8.25	33	0.00	0.000	1.161	1.161	0.032	8.95	744.12	15.19
8.50	34	0.00	0.000	1.101	1.101	0.030	8.48	744.11	15.03
8.75	35	0.00	0.000	1.045	1.045	0.028	8.05	744.10	14.88
9.00	36	0.00	0.000	0.991	0.991	0.027	7.63	744.09	14.73
9.25	37	0.00	0.000	0.939	0.939	0.026	7.24	744.08	14.59
9.50	38	0.00	0.000	0.891	0.891	0.024	6.86	744.07	14.46
9.75	39	0.00	0.000	0.845	0.845	0.023	6.51	744.07	14.34
10.00	40	0.00	0.000	0.801	0.801	0.022	6.17	744.06	14.23
10.25	41	0.00	0.000	0.759	0.759	0.021	5.85	744.05	14.11
10.50	42	0.00	0.000	0.719	0.719	0.020	5.54	744.05	14.01
10.75	43	0.00	0.000	0.681	0.681	0.019	5.25	744.04	13.91
11.00	44	0.00	0.000	0.645	0.645	0.018	4.97	744.03	13.81
11.25	45	0.00	0.000	0.611	0.611	0.017	4.71	744.03	13.72
11.50	46	0.00	0.000	0.579	0.579	0.016	4.46	744.02	13.63
11.75	47	0.00	0.000	0.549	0.549	0.015	4.23	744.02	13.55
12.00	48	0.00	0.000	0.521	0.521	0.014	4.01	744.01	13.48

12.25	49	0.00	0.000	0.495	0.495	0.013	3.81	744.01	13.41
12.50	50	0.00	0.000	0.471	0.471	0.012	3.62	744.00	13.34
12.75	51	0.00	0.000	0.447	0.447	0.012	3.44	744.00	13.28
13.00	52	0.00	0.000	0.423	0.423	0.012	3.26	744.00	13.22
13.25	53	0.00	0.000	0.401	0.401	0.011	3.09	743.99	13.16
13.50	54	0.00	0.000	0.381	0.381	0.010	2.93	743.99	13.10
13.75	55	0.00	0.000	0.363	0.363	0.009	2.79	743.99	13.05
14.00	56	0.00	0.000	0.347	0.347	0.008	2.66	743.98	13.01
14.25	57	0.00	0.000	0.331	0.331	0.008	2.54	743.98	12.97
14.50	58	0.00	0.000	0.317	0.317	0.007	2.43	743.98	12.93
14.75	59	0.00	0.000	0.303	0.303	0.007	2.32	743.98	12.89
15.00	60	0.00	0.000	0.289	0.289	0.007	2.22	743.97	12.85
15.25	61	0.00	0.000	0.277	0.277	0.006	2.12	743.97	12.82
15.50	62	0.00	0.000	0.265	0.265	0.006	2.03	743.97	12.79
15.75	63	0.00	0.000	0.253	0.253	0.006	1.94	743.97	12.76
16.00	64	0.00	0.000	0.241	0.241	0.006	1.85	743.97	12.73
16.25	65	0.00	0.000	0.231	0.231	0.005	1.77	743.97	12.70
16.50	66	0.00	0.000	0.221	0.221	0.005	1.69	743.96	12.67
16.75	67	0.00	0.000	0.211	0.211	0.005	1.62	743.96	12.65
17.00	68	0.00	0.000	0.201	0.201	0.005	1.54	743.96	12.62
17.25	69	0.00	0.000	0.193	0.193	0.004	1.48	743.96	12.60
17.50	70	0.00	0.000	0.185	0.185	0.004	1.42	743.96	12.58
17.75	71	0.00	0.000	0.177	0.177	0.004	1.36	743.96	12.55
18.00	72	0.00	0.000	0.169	0.169	0.004	1.30	743.96	12.53
18.25	73	0.00	0.000	0.161	0.161	0.004	1.24	743.95	12.51
18.50	74	0.00	0.000	0.155	0.155	0.003	1.18	743.95	12.49
18.75	75	0.00	0.000	0.149	0.149	0.003	1.14	743.95	12.48
19.00	76	0.00	0.000	0.143	0.143	0.003	1.09	743.95	12.46
19.25	77	0.00	0.000	0.137	0.137	0.003	1.05	743.95	12.45
19.50	78	0.00	0.000	0.131	0.131	0.003	1.00	743.95	12.43
19.75	79	0.00	0.000	0.125	0.125	0.003	0.96	743.95	12.42
20.00	80	0.00	0.000	0.121	0.121	0.002	0.92	743.95	12.40
20.25	81	0.00	0.000	0.117	0.117	0.002	0.89	743.95	12.39
20.50	82	0.00	0.000	0.113	0.113	0.002	0.86	743.95	12.38
20.75	83	0.00	0.000	0.109	0.109	0.002	0.83	743.95	12.37
21.00	84	0.00	0.000	0.105	0.105	0.002	0.80	743.94	12.36
21.25	85	0.00	0.000	0.101	0.101	0.002	0.77	743.94	12.35
21.50	86	0.00	0.000	0.097	0.097	0.002	0.74	743.94	12.34
21.75	87	0.00	0.000	0.093	0.093	0.002	0.71	743.94	12.33
22.00	88	0.00	0.000	0.089	0.089	0.002	0.68	743.94	12.32
22.25	89	0.00	0.000	0.085	0.085	0.002	0.65	743.94	12.31
22.50	90	0.00	0.000	0.081	0.081	0.002	0.62	743.94	12.30
22.75	91	0.00	0.000	0.077	0.077	0.002	0.59	743.94	12.29
23.00	92	0.00	0.000	0.075	0.075	0.001	0.57	743.94	12.28
23.25	93	0.00	0.000	0.073	0.073	0.001	0.55	743.94	12.28
23.50	94	0.00	0.000	0.071	0.071	0.001	0.54	743.94	12.27
23.75	95	0.00	0.000	0.069	0.069	0.001	0.52	743.94	12.27
24.00	96	0.00	0.000	0.067	0.067	0.001	0.51	743.94	12.26
24.25	97	0.00	0.000	0.065	0.065	0.001	0.49	743.94	12.26
24.50	98	0.00	0.000	0.063	0.063	0.001	0.48	743.94	12.25
24.75	99	0.00	0.000	0.061	0.061	0.001	0.46	743.94	12.24
25.00	100	0.00	0.000	0.059	0.059	0.001	0.45	743.94	12.24
25.25	101	0.00	0.000	0.057	0.057	0.001	0.43	743.94	12.23
25.50	102	0.00	0.000	0.055	0.055	0.001	0.42	743.94	12.23

Qmax = 0.13

Qmax = 0.05 **NAME** 744.24 17.26

Nivel de la cresta vertedora:	745.00	m.s.n.m.
Nivel desplante estructura	743.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	744.24	m.s.n.m.
QMAX _{DISEÑO} =	0.13	m ³ /S
QMAX _{SALIDA} =	0.05	m ³ /S
Gasto regulado:	0.08	m ³ /S
	58.89	%
Volumen =	14.92	m ³
Área de inundación =	17.26	m ²

Conclusiones:

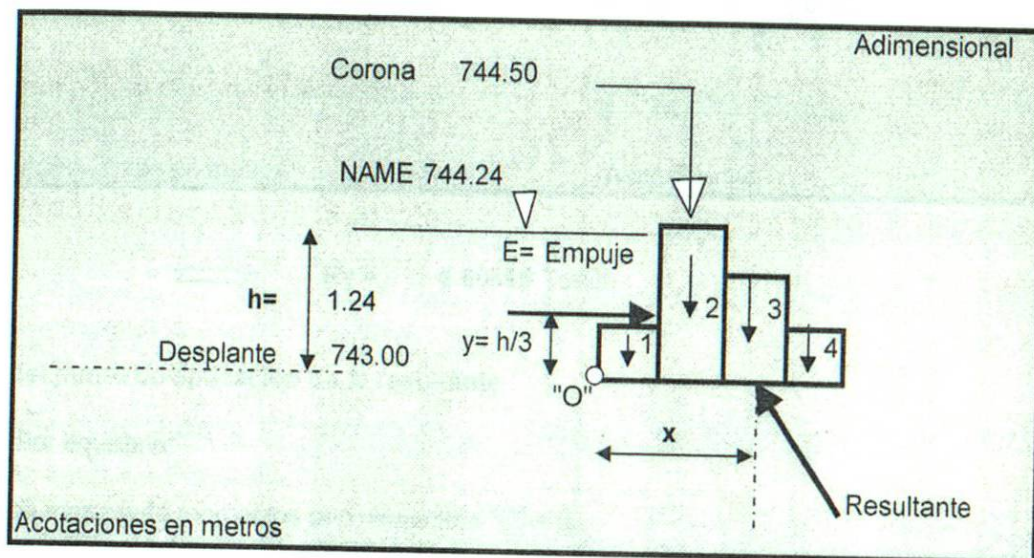
No es necesario colocar el vertedor en esta estructura, ya que el NAME no lo alcanza, debe dejarse un bordo libre de al menos 20 cm.

Cálculo estructural

Estructura de control No. 2

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo Libre =	0.26	Unidad m
Ancho Gavión (a)=	1	m
No. De bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del Empuje hidrostático sobre la estructura

$$E = 0.77 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

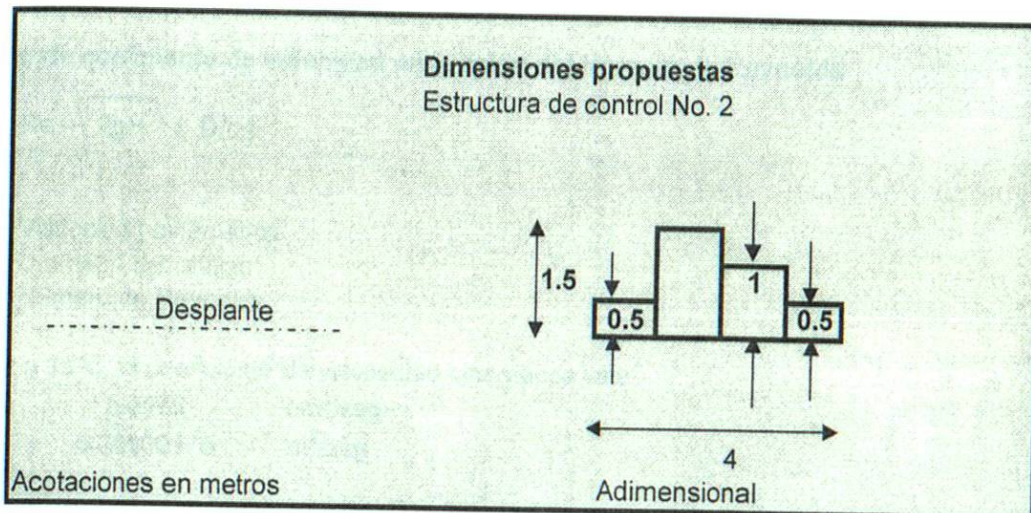
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= R_x \\ \Rightarrow R_x &= 0.77 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = R_y$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 5.60695 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 11.1315$$

$$x = 1.98531 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta

Por lo tanto: La estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico

Aplicando la ec. de Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

Donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía
g Constante de gravedad
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde


- ν** = Viscosidad cinemática
D = Diámetro del orificio
Re = Número de Reynolds

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\begin{aligned} \nu &= 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg} \\ \nu &= 0.00000175 \text{ m}^2/\text{seg} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.18E+05$$


 Por lo tanto $Cv = 0.97$
 $V = 3.71 \text{ m/s}$

De la ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} ay &= -g \\ Vy &= -gt + V_{0y} \\ y &= -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} ax &= 0 \\ Vx &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$V_{0y} = \text{cero}$

$x_0 = \text{cero}$

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 V_y &= -gt \\
 y &= -1/2 gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 V_x &= V_{0x} \\
 x &= V_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 V_{0x} &= 3.71 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

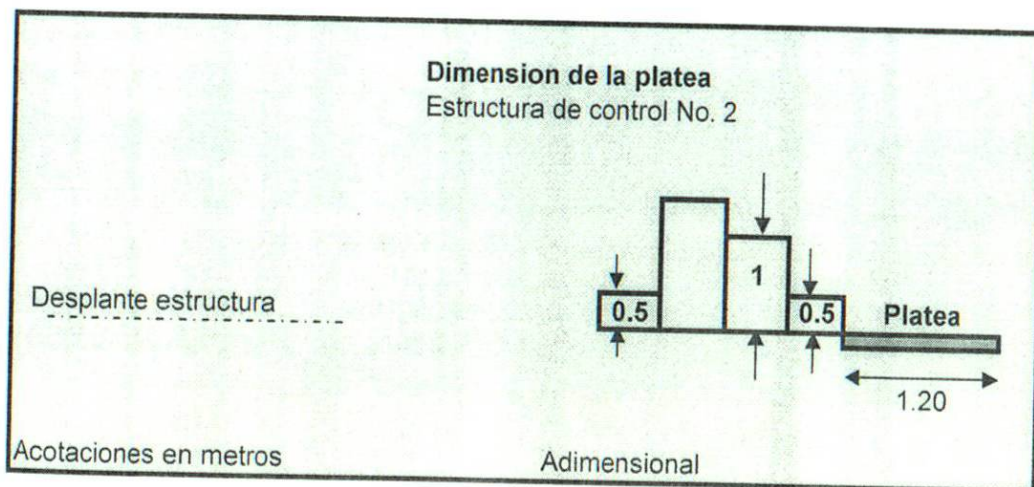
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.1835 \text{ m}$$

Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

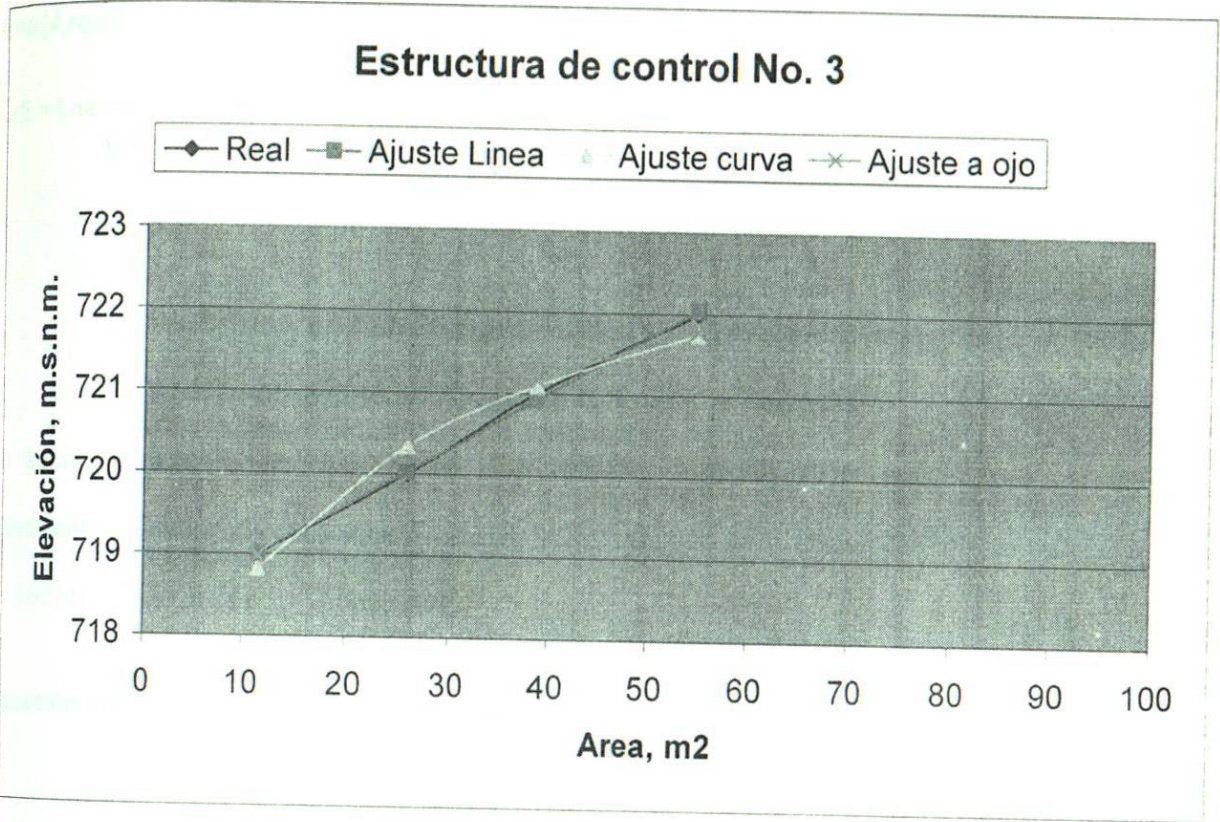
$$L_c = 1.20 \text{ m}$$



Estructura de control No. 3

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 3
Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E Ajuste Recta	E Ajuste Regres.	E Ajuste curva ojo	A=(E-708.77)/0.0023
0	718	-	-	-	0
11.54	719	719.0144539	718.8163278	718.982842	
25.92	720	720.0215088	720.3382233	720.4388086	25.61286987
38.78	721	720.9221157	721.0971597	721.1648178	
54.77	722	722.0419216	721.7481317	721.7875201	54.17139039



Regresión lineal

i	Área (m ²) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x*y	x ²
1	11.54	719	8297.26	133.1716
2	25.92	720	18662.4	671.8464
3	38.78	721	27960.38	1503.8884
4	54.77	722	39543.94	2999.7529
Suma	131.01	2882.00	94463.98	5308.66

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
718.2062887	0.070031639

Resolviendo matricialmente

4	131.01	2882
131.01	5308.66	94463.98
1	32.7525	720.5
0	-7.76852359	-0.54404244

1	32.7525	720.5
0	1	0.07003

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no Lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$x=Ln(Area)$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area) _i	LnE _i	Ln(Area) _i *LnE _i	(Ln(Area) _i) ²
1	2.445819261	6.577861358	16.08826001	5.982031858
2	3.255014871	6.579251212	21.41556054	10.59512181
3	3.65790465	6.580639137	24.0713505	13.38026643
4	4.003142599	6.582025139	26.34878522	16.02515067
Suma	13.36188138	26.31977685	87.92395626	45.98257076

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.57121	0.00261	714.23587

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

4	13.36188138	26.31977685
13.36188138	45.98257076	87.92395626
1	3.340470345	6.579944211
-1	-3.44132457	-6.580207813
1	3.340470345	6.579944211
0	-0.10085423	-0.000263602
1	3.340470345	6.579944211
0	1	0.00261369

$$b = 0.00261369$$

$$A = 6.571213259$$

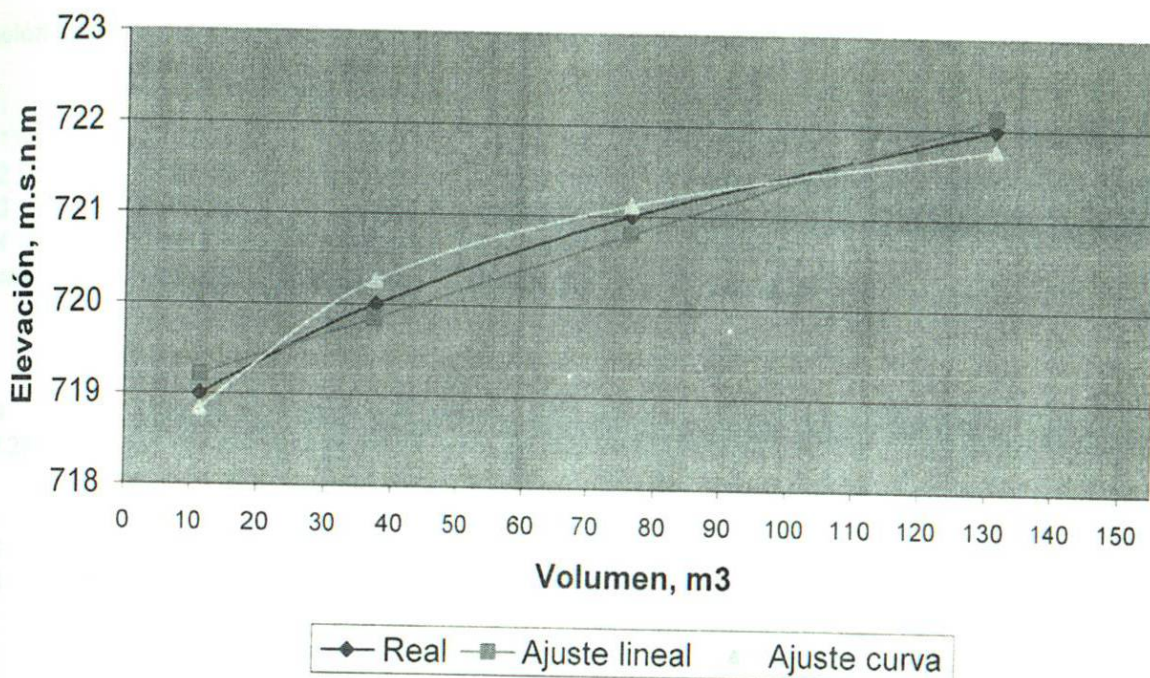
$$a = 714.2358697$$

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 3

Determinación de la curva Volumen vs Elevación

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E AjusteForm	Vol por curva (m ³)
0	0.0	718	-	-	-
11.54	11.54	719	719.21	718.84	11.54
25.92	37.46	720	719.85	720.26	25.92
38.78	76.24	721	720.80	721.12	38.78
54.77	131.01	722	722.14	721.78	54.77

Estructura de control No. 3



	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
i	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	11.54	719	2.445819261	6.577861358	16.08826001	5.982031858
2	37.46	720	3.623273697	6.579251212	23.83842786	13.12811228
3	76.24	721	4.333886259	6.580639137	28.51974153	18.78257011
4	131.01	722	4.875273656	6.582025139	32.08917376	23.76829322
Suma			15.27825287	26.31977685	100.5356032	61.66100747

$$E = aV^b$$

$$\ln E = \ln a + b \ln V$$

$n = 4$

Haciendo:

$$y = \ln E$$

$$x = \ln V$$

$$A = \ln a$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A

6.573527783

b

0.001679885

a

715.8909004

Resolviendo matricialmente

4	15.2782529	26.31977685
15.2782529	61.6610075	100.5356032

1	3.81956322	6.579944211
-1	-4.03586771	-6.580307578

1	3.81956322	6.579944211
0	-0.21630449	-0.000363367

1	3.81956322	6.579944211
0	1	0.001679885

$$b = 0.001679885$$

$$A = 6.573527783$$

$$a = 715.8909004$$

Regresión lineal

	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	
i	Xi	Yi	x*y
1	11.54	719	8297.26
2	37.46	720	26971.2
3	76.24	721	54969.04
4	131.01	722	94589.22
Suma	256.25	2882.00	184826.72

x^2
133.1716
1403.2516
5812.5376
17163.6201
24512.58

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
718.9286556	0.024528302

4	256.25	2882
256.25	24512.58	184826.72

1	64.0625	720.5
0	1	0.024528302

1	64.0625	720.5
0	-31.5963523	-0.77500488

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC3
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m³/s)	dt (min)
1.97	2.582	6.895	0.145	0.26

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para 0<t<tp

Q = bt

b = 0.0560

Entonces Q = 0.0560 t

Ecuación de la recta para el dominio:
para tp<t<tb

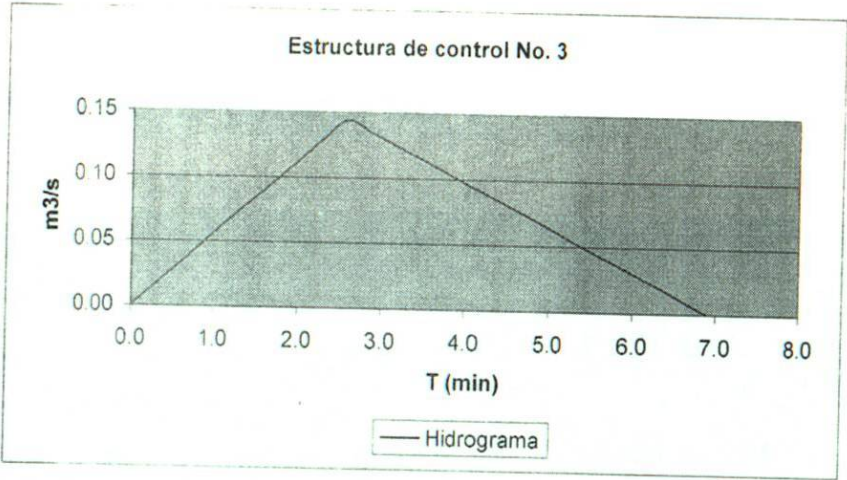
Q = a - mt

m = 0.0335

a = 0.2312

Entonces Q = 0.2312 - 0.0335 t

dt=	0.26
t (hr)	Q (m³/s)
0.00	0.000
0.26	0.015
0.52	0.029
0.78	0.044
1.04	0.058
1.30	0.073
1.56	0.087
1.82	0.102
2.08	0.116
2.34	0.131
2.60	0.144
2.86	0.135
3.12	0.127
3.38	0.118
3.64	0.109
3.90	0.100
4.16	0.092
4.42	0.083
4.68	0.074
4.94	0.066
5.20	0.057
5.46	0.048
5.72	0.039
5.98	0.031
6.24	0.022
6.50	0.013
6.76	0.005
6.89	0.000
Qmax	0.144



Notas:

- a) Las unidades de gastos estan en m³/seg
- b) Las unidades de tiempo estan en hrs.
- c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico. $t_p = \sqrt{t_c + 0.6t_c}$
- d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $t_b = 2.67t_p$

Tránsito de una Avenida de un $T_r = 20$ años en el embalse de la Estructura No. 3

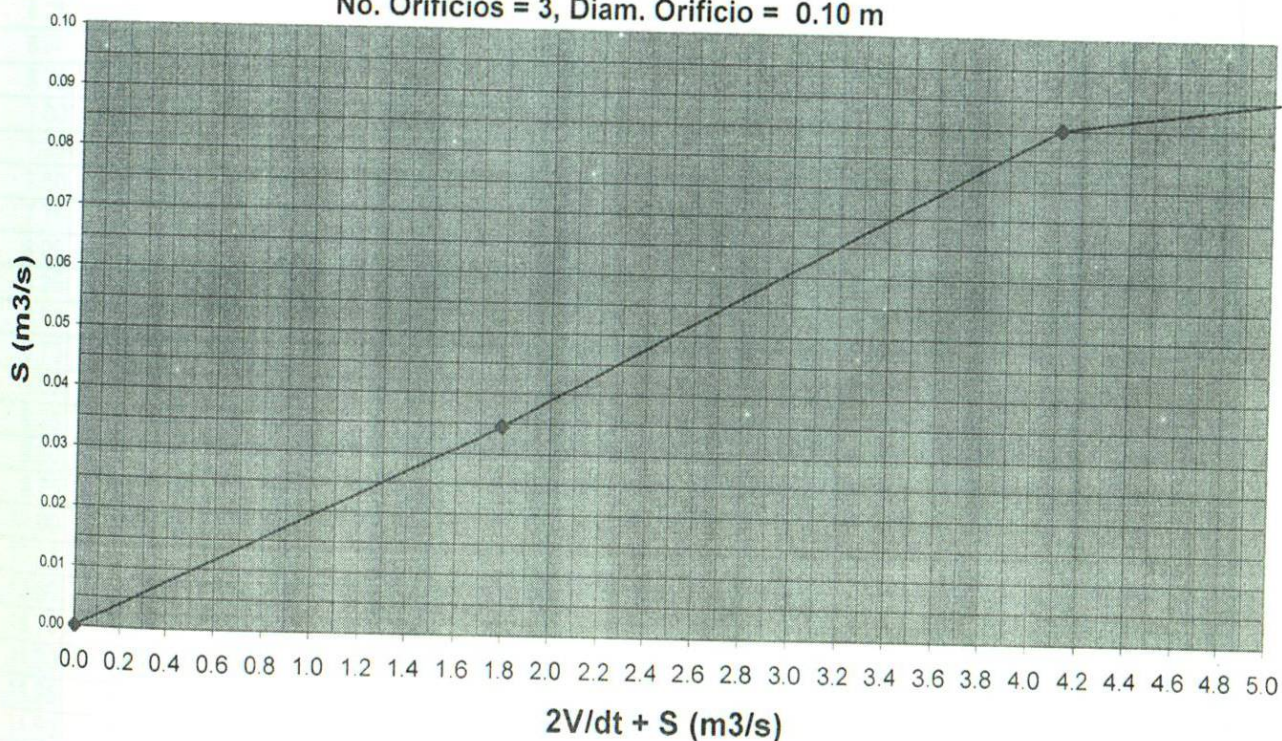
a) Curva $(2V/dt) + S$ contra S
 min segundos
 $dt = 0.25 \quad 15$

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. , b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
721.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	718.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2° lecho	719.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m ³)	$2V/dt + S$ (m ³ /s)	S (m ³ /s)
718.00	0.00	0.000	0.000
719.00	13.19	1.794	0.034
720.00	30.18	4.108	0.085
721.00	68.94	9.305	0.113
722.00	157.32	21.546	0.570

Estructura de control No. 3

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1 t min	2 i	3 I_i m^3/s	4 $I_i + I_{i+1}$ m^3/s	5 $2V_i/dt - S_i$ m^3/s	6 $2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$ m^3/s	7 S_i m^3/s	8 V_i m^3	9 E_i m	10 A_i m^2
0.00	0	0.00	0.015	0.000	0.015	0.000	0.00	718.00	0.00
0.25	1	0.01	0.044	0.015	0.058	0.000	0.11	718.93	10.35
0.50	2	0.03	0.073	0.056	0.129	0.001	0.43	718.94	10.47
0.75	3	0.04	0.102	0.125	0.227	0.002	0.95	718.95	10.65
1.00	4	0.06	0.131	0.217	0.348	0.005	1.66	718.97	10.90
1.25	5	0.07	0.160	0.334	0.494	0.007	2.56	718.99	11.21
1.50	6	0.09	0.189	0.474	0.663	0.010	3.63	719.02	11.59
1.75	7	0.10	0.218	0.637	0.856	0.013	4.88	719.05	12.02
2.00	8	0.12	0.248	0.824	1.071	0.016	6.30	719.08	12.52
2.25	9	0.13	0.275	1.033	1.308	0.019	7.89	719.12	13.08
2.50	10	0.14	0.279	1.266	1.546	0.021	9.66	719.17	13.70
2.75	11	0.14	0.262	1.486	1.748	0.030	11.37	719.21	14.30
3.00	12	0.13	0.244	1.680	1.924	0.034	12.85	719.24	14.82
3.25	13	0.12	0.227	1.850	2.077	0.037	14.15	719.28	15.27
3.50	14	0.11	0.210	1.999	2.209	0.039	15.29	719.30	15.67
3.75	15	0.10	0.192	2.123	2.315	0.043	16.24	719.33	16.00
4.00	16	0.09	0.175	2.223	2.397	0.046	17.02	719.35	16.27
4.25	17	0.08	0.157	2.301	2.459	0.048	17.62	719.36	16.49
4.50	18	0.07	0.140	2.361	2.501	0.049	18.07	719.37	16.64
4.75	19	0.07	0.122	2.401	2.523	0.050	18.38	719.38	16.75
5.00	20	0.06	0.105	2.423	2.528	0.050	18.55	719.38	16.81
5.25	21	0.05	0.088	2.428	2.515	0.050	18.58	719.38	16.82
5.50	22	0.04	0.070	2.415	2.485	0.050	18.49	719.38	16.79
5.75	23	0.03	0.053	2.387	2.440	0.049	18.27	719.38	16.72
6.00	24	0.02	0.035	2.342	2.377	0.049	17.93	719.37	16.60
6.25	25	0.01	0.018	2.283	2.301	0.047	17.48	719.36	16.44
6.50	26	0.00	0.005	2.211	2.216	0.045	16.92	719.34	16.24
6.75	27	0.00	0.000	2.128	2.128	0.044	16.29	719.33	16.02
7.00	28	0.00	0.000	2.046	2.046	0.041	15.65	719.31	15.80
7.25	29	0.00	0.000	1.968	1.968	0.039	15.05	719.30	15.59
7.50	30	0.00	0.000	1.892	1.892	0.038	14.47	719.28	15.38
7.75	31	0.00	0.000	1.818	1.818	0.037	13.91	719.27	15.19
8.00	32	0.00	0.000	1.748	1.748	0.035	13.37	719.26	15.00
8.25	33	0.00	0.000	1.680	1.680	0.034	12.85	719.24	14.82
8.50	34	0.00	0.000	1.616	1.616	0.032	12.36	719.23	14.64
8.75	35	0.00	0.000	1.554	1.554	0.031	11.88	719.22	14.48
9.00	36	0.00	0.000	1.494	1.494	0.030	11.43	719.21	14.32
9.25	37	0.00	0.000	1.436	1.436	0.029	10.98	719.20	14.16
9.50	38	0.00	0.000	1.380	1.380	0.028	10.56	719.19	14.01
9.75	39	0.00	0.000	1.326	1.326	0.027	10.14	719.18	13.87
10.00	40	0.00	0.000	1.276	1.276	0.025	9.75	719.17	13.73
10.25	41	0.00	0.000	1.228	1.228	0.024	9.39	719.16	13.60
10.50	42	0.00	0.000	1.180	1.180	0.024	9.03	719.15	13.48
10.75	43	0.00	0.000	1.134	1.134	0.023	8.67	719.14	13.35
11.00	44	0.00	0.000	1.090	1.090	0.022	8.34	719.13	13.23
11.25	45	0.00	0.000	1.048	1.048	0.021	8.01	719.13	13.12
11.50	46	0.00	0.000	1.008	1.008	0.020	7.71	719.12	13.01
11.75	47	0.00	0.000	0.970	0.970	0.019	7.41	719.11	12.91
12.00	48	0.00	0.000	0.932	0.932	0.019	7.13	719.10	12.81

12.25	49	0.00	0.000	0.896	0.896	0.018	6.85	719.10	12.71
12.50	50	0.00	0.000	0.862	0.862	0.017	6.59	719.09	12.62
12.75	51	0.00	0.000	0.828	0.828	0.017	6.33	719.08	12.53
13.00	52	0.00	0.000	0.796	0.796	0.016	6.09	719.08	12.45
13.25	53	0.00	0.000	0.766	0.766	0.015	5.85	719.07	12.37
13.50	54	0.00	0.000	0.738	0.738	0.014	5.64	719.07	12.29
13.75	55	0.00	0.000	0.710	0.710	0.014	5.43	719.06	12.22
14.00	56	0.00	0.000	0.684	0.684	0.013	5.22	719.06	12.14
14.25	57	0.00	0.000	0.658	0.658	0.013	5.03	719.05	12.08
14.50	58	0.00	0.000	0.634	0.634	0.012	4.84	719.05	12.01
14.75	59	0.00	0.000	0.610	0.610	0.012	4.66	719.04	11.95
15.00	60	0.00	0.000	0.586	0.586	0.012	4.48	719.04	11.88
15.25	61	0.00	0.000	0.564	0.564	0.011	4.31	719.03	11.82
15.50	62	0.00	0.000	0.542	0.542	0.011	4.14	719.03	11.77
15.75	63	0.00	0.000	0.522	0.522	0.010	3.99	719.03	11.71
16.00	64	0.00	0.000	0.502	0.502	0.010	3.84	719.02	11.66
16.25	65	0.00	0.000	0.482	0.482	0.010	3.69	719.02	11.61
16.50	66	0.00	0.000	0.464	0.464	0.009	3.54	719.02	11.56
16.75	67	0.00	0.000	0.446	0.446	0.009	3.41	719.01	11.51
17.00	68	0.00	0.000	0.428	0.428	0.009	3.27	719.01	11.46
17.25	69	0.00	0.000	0.412	0.412	0.008	3.15	719.01	11.42
17.50	70	0.00	0.000	0.396	0.396	0.008	3.03	719.00	11.38
17.75	71	0.00	0.000	0.380	0.380	0.008	2.91	719.00	11.33
18.00	72	0.00	0.000	0.366	0.366	0.007	2.79	719.00	11.29
18.25	73	0.00	0.000	0.352	0.352	0.007	2.69	718.99	11.26
18.50	74	0.00	0.000	0.338	0.338	0.007	2.58	718.99	11.22
18.75	75	0.00	0.000	0.326	0.326	0.006	2.49	718.99	11.19
19.00	76	0.00	0.000	0.314	0.314	0.006	2.40	718.99	11.15
19.25	77	0.00	0.000	0.302	0.302	0.006	2.31	718.99	11.12
19.50	78	0.00	0.000	0.290	0.290	0.006	2.22	718.98	11.09
19.75	79	0.00	0.000	0.278	0.278	0.006	2.13	718.98	11.06
20.00	80	0.00	0.000	0.268	0.268	0.005	2.04	718.98	11.03
20.25	81	0.00	0.000	0.258	0.258	0.005	1.97	718.98	11.00
20.50	82	0.00	0.000	0.248	0.248	0.005	1.89	718.98	10.98
20.75	83	0.00	0.000	0.238	0.238	0.005	1.82	718.97	10.95
21.00	84	0.00	0.000	0.230	0.230	0.004	1.75	718.97	10.93
21.25	85	0.00	0.000	0.222	0.222	0.004	1.69	718.97	10.91
21.50	86	0.00	0.000	0.214	0.214	0.004	1.63	718.97	10.89
21.75	87	0.00	0.000	0.206	0.206	0.004	1.57	718.97	10.87
22.00	88	0.00	0.000	0.198	0.198	0.004	1.51	718.97	10.84
22.25	89	0.00	0.000	0.190	0.190	0.004	1.45	718.96	10.82
22.50	90	0.00	0.000	0.182	0.182	0.004	1.39	718.96	10.80
22.75	91	0.00	0.000	0.176	0.176	0.003	1.34	718.96	10.78
23.00	92	0.00	0.000	0.170	0.170	0.003	1.29	718.96	10.77
23.25	93	0.00	0.000	0.164	0.164	0.003	1.25	718.96	10.75
23.50	94	0.00	0.000	0.158	0.158	0.003	1.20	718.96	10.74
23.75	95	0.00	0.000	0.152	0.152	0.003	1.16	718.96	10.72
24.00	96	0.00	0.000	0.146	0.146	0.003	1.11	718.96	10.71
24.25	97	0.00	0.000	0.140	0.140	0.003	1.07	718.95	10.69
24.50	98	0.00	0.000	0.134	0.134	0.003	1.02	718.95	10.67
24.75	99	0.00	0.000	0.130	0.130	0.002	0.99	718.95	10.66
25.00	100	0.00	0.000	0.126	0.126	0.002	0.96	718.95	10.65
25.25	101	0.00	0.000	0.122	0.122	0.002	0.93	718.95	10.64
25.50	102	0.00	0.000	0.118	0.118	0.002	0.90	718.95	10.63

Qmax = 0.14

Qmax = 0.05 **NAME** 719.38 16.82

Nivel de la cresta vertedora:	721.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	718.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	719.38	m.s.n.m.
QMAX _{DISEÑO} =	0.14	m ³ /S
QMAX _{SALIDA} =	0.05	m ³ /S
Gasto regulado:	0.09	m ³ /S
	65.28	%
Volumen =	18.58	m ³
Área de inundación =	16.82	m ²

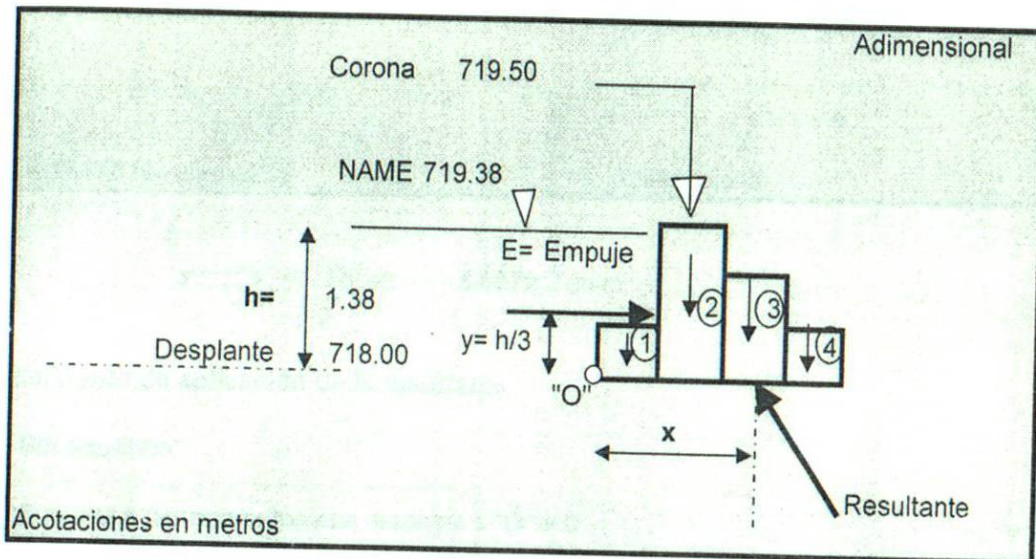
Conclusiones: **La estructura no necesita vetedor**

Cálculo estructural

Estructura de control No. 3

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo Libre =	0.12	Unidad m
Ancho Gavión (a)=	1	m
No. De bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura

$$E = 0.96 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

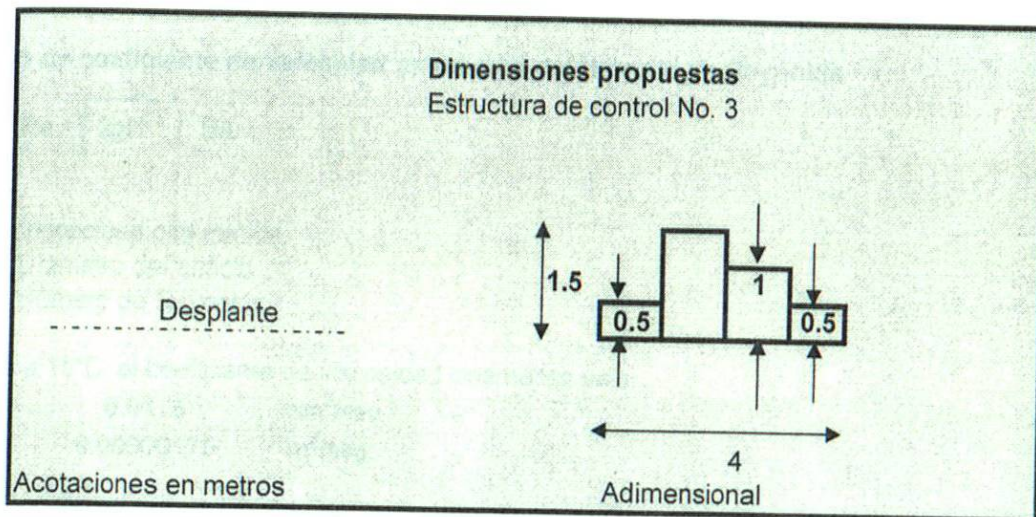
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= R_x \\ \Rightarrow R_x &= 0.96 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = R_y$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 5.6072 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 11.2531$$

$$x = 2.0069 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta

Por lo tanto: La estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico

Aplicando la ec. de Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía
g Constante de gravedad
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde


- ν = Viscosidad cinemática
D = Diámetro del orificio
Re = Número de Reynolds

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\begin{aligned} \nu &= 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg} \\ \nu &= 0.0000175 \text{ m}^2/\text{seg} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.38E+05$$


 $Cv = 0.97$
 Por lo tanto $V = 4.04 \text{ m/s}$

De la ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} ay &= -g \\ Vy &= -gt + V_{0y} \\ y &= -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} ax &= 0 \\ Vx &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$V_{0y} = \text{cero}$

$x_0 = \text{cero}$

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 v_y &= -gt \\
 y &= -1/2 gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 v_x &= v_{0x} \\
 x &= v_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 v_{0x} &= 4.04 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

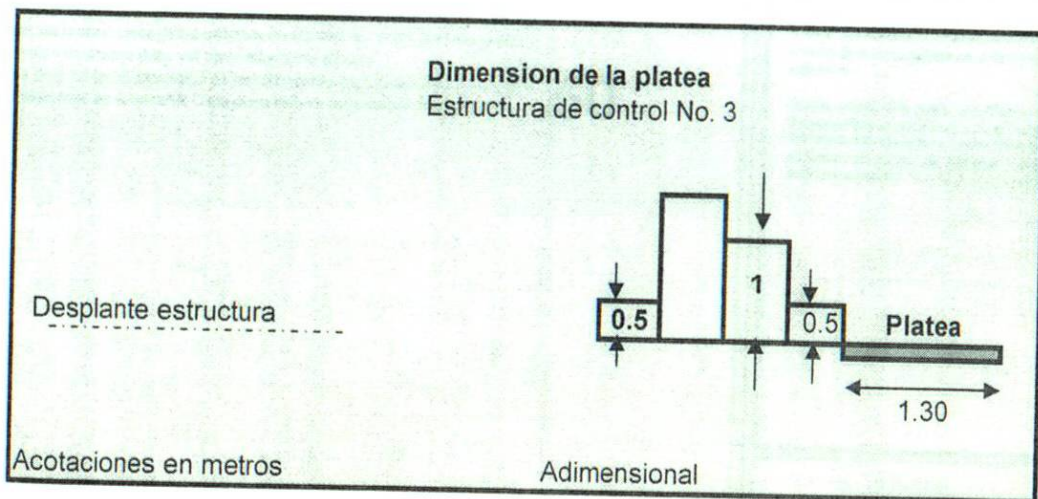
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

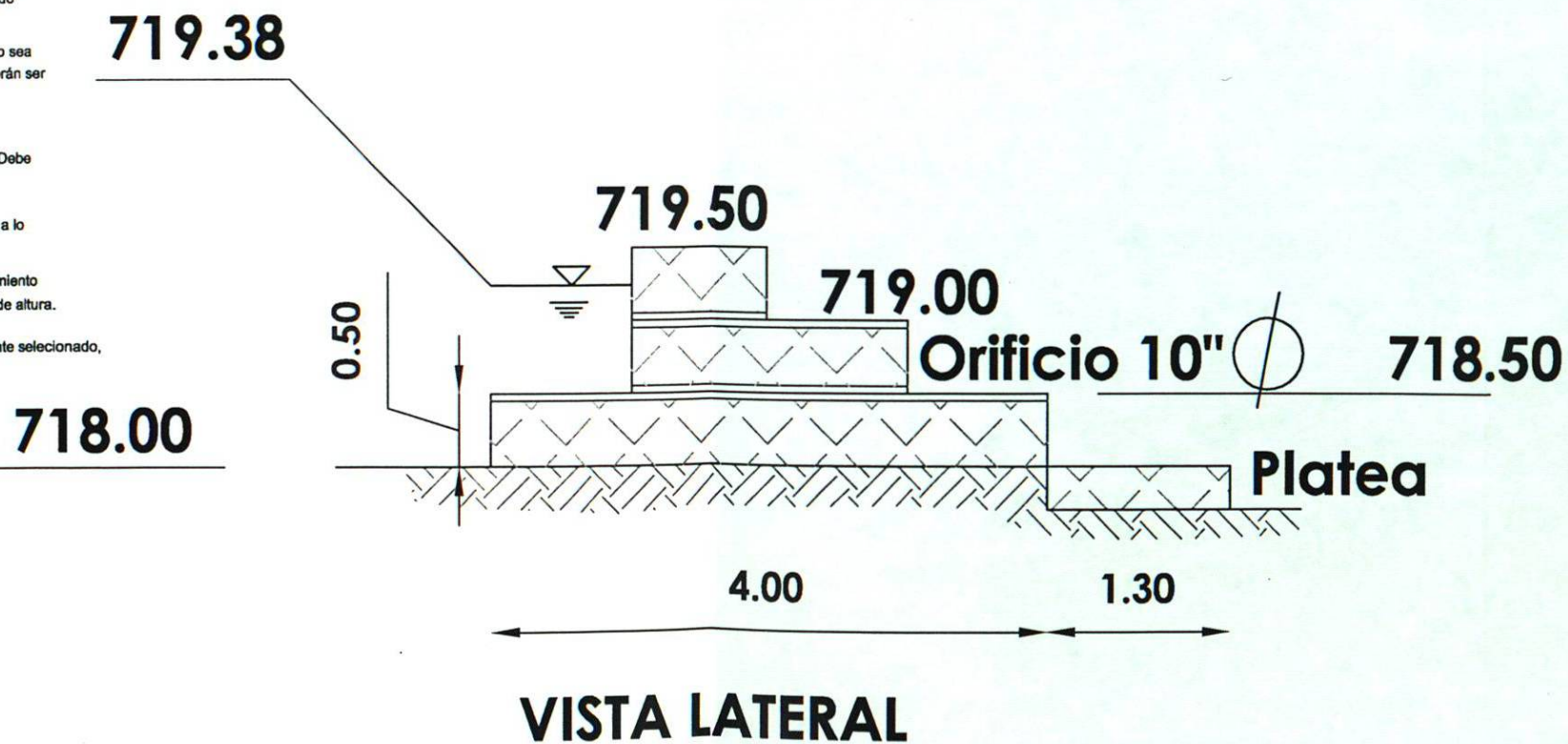
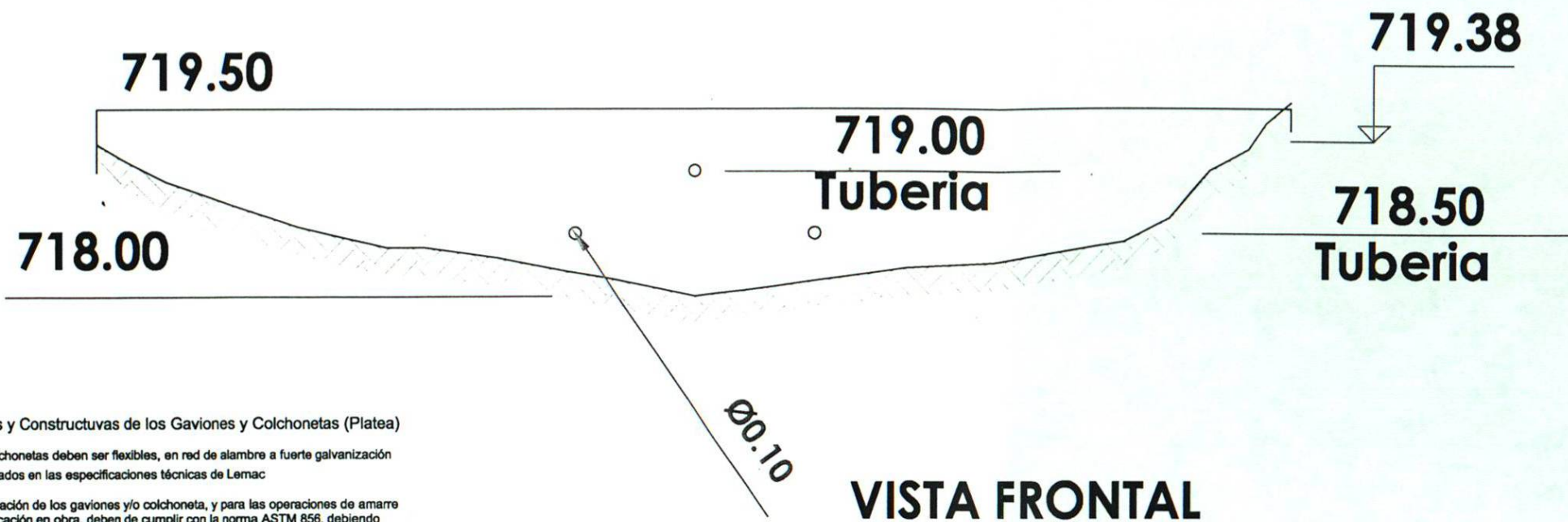
Sustituyendo t en la ecuación 2

$$x = 1.2901 \text{ m}$$

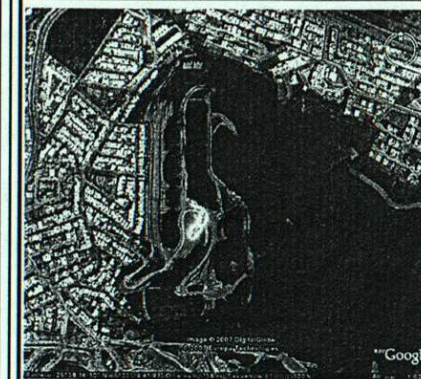
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.30 \text{ m}$$





Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	○
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	—

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,800 kg/cm³, se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afealdado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

Acotaciones:

Metros.

3

Estructura de Control No 3
Balcones del Campestre

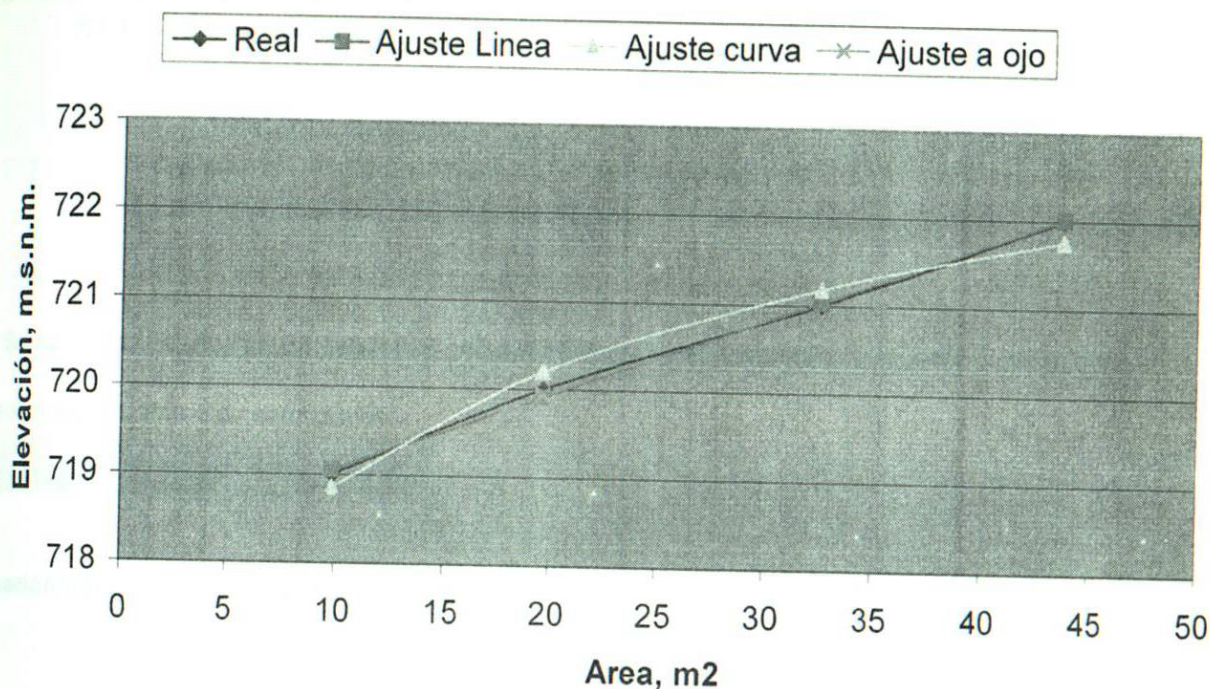
Estructura de control No. 4

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 4

Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E Ajuste Recta	E Ajuste Regres.	E Ajuste curva ojo
0	718	-	-	-
9.8698	719	719.0549661	718.8566902	718.7018831
19.66	720	719.908483	720.199768	719.9411056
32.53	721	721.0304992	721.1828323	720.8480401
43.72	722	722.0060517	721.7606008	721.3810211

Estructura de control No. 4



Regresión lineal

i	Área (m ²) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x*y	x ²
1	9.87	719	7096.3862	97.4130
2	19.66	720	14155.2	386.5156
3	32.53	721	23454.13	1058.2009
4	43.72	722	31565.84	1911.4384
Suma	105.78	2882.00	76271.56	3453.57

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A **b**
718.1945096 **0.087180744**

Resolviendo matricialmente

4	105.78	2882	1	26.44495	720.5
105.78	3453.57	76271.5562	0	1	0.087180744
1	26.44495	720.5			
0	-6.20370175	-0.54084334			

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$x=Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area)i	LnEi	Ln(Area)i*LnEi	(Ln(Area)i) ²
1	2.28947959	6.577861358	15.05987932	5.241716792
2	2.978586115	6.579251212	19.59686631	8.871975243
3	3.48216274	6.580639137	22.91485641	12.12545735
4	3.777805663	6.582025139	24.86561185	14.27181563
Suma	12.52803411	26.31977685	82.43721389	40.51096502

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.57146	0.00271	714.41242

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

4	12.52803411	26.31977685
12.52803411	40.51096502	82.43721389
1	3.132008527	6.579944211
-1	-3.23362506	-6.580219464
1	3.132008527	6.579944211
0	-0.10161653	-0.000275253
1	3.132008527	6.579944211
0	1	0.002708739

$$b = 0.002708739$$

$$A = 6.571460419$$

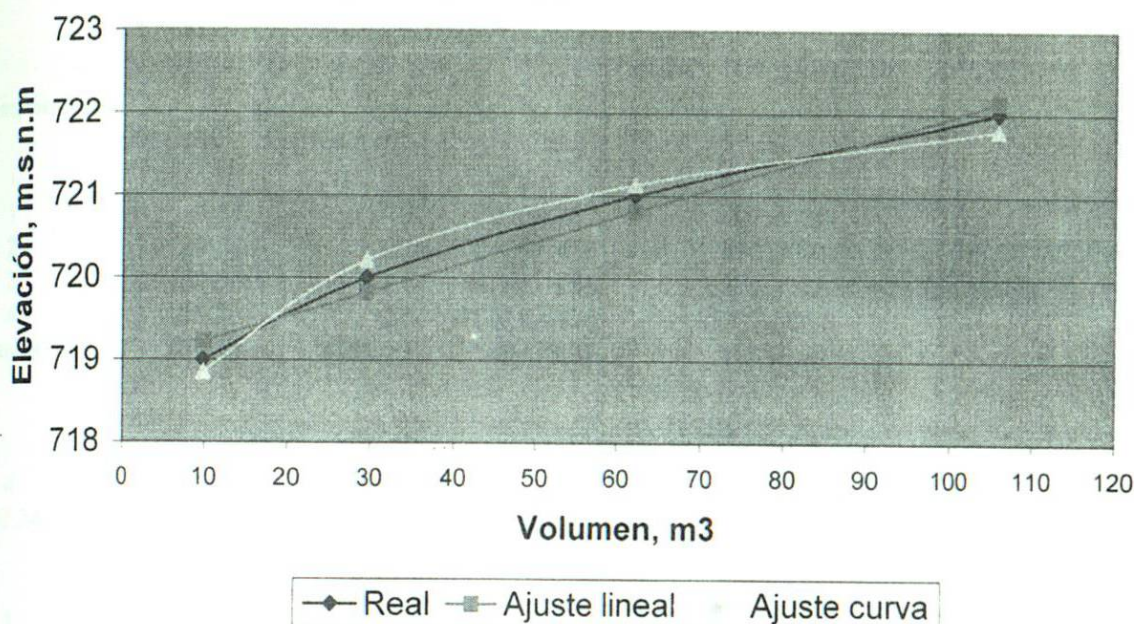
$$a = 714.4124221$$

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 4

Determinación de la curva Volumen vs Elevación

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E AjusteForm	Vol por curva (m ³)
0	0.0	718	-	-	-
9.8698	9.87	719	719.23	718.86	9.87
19.66	29.53	720	719.82	720.21	19.66
32.53	62.06	721	720.81	721.13	32.53
43.72	105.78	722	722.14	721.80	43.72

Estructura de control No. 4



	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
i	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	9.87	719	2.28947959	6.577861358	15.05987932	5.241716792
2	29.53	720	3.385399923	6.579251212	22.27339655	11.46093264
3	62.06	721	4.128098436	6.580639137	27.16552613	17.0411967
4	105.78	722	4.661359575	6.582025139	30.6811859	21.72827309
Suma			14.46433752	26.31977685	95.17998791	55.47211922

$$E = aV^b$$

Haciendo:

$$y = \ln E$$

$$x = \ln V$$

$$A = \ln a$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A

6.573718574

b

0.001721652

a

716.0274989

$$\ln E = \ln a + b \ln V$$

$$n = 4$$

Resolviendo matricialmente

4	14.4643375	26.31977685
14.4643375	55.4721192	95.17998791

1	3.61608438	6.579944211
-1	-3.83509574	-6.580321273

1	3.61608438	6.579944211
0	-0.21901136	-0.000377061

1	3.61608438	6.579944211
0	1	0.001721652

$$b = 0.001721652$$

$$A = 6.573718574$$

$$a = 716.0274989$$

Regresión lineal

	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	
i	Xi	Yi	x*y
1	9.87	719	7096.3862
2	29.53	720	21261.456
3	62.06	721	44745.1158
4	105.78	722	76373.0156
Suma	207.24	2882.00	149475.97

x ²	Resolviendo el sistema de ecuaciones:	
97.4130	A	b
872.0091	718.9266999	0.030366844
3851.4188		
11189.3661		
16010.21		

4	207.24	2882
207.24	16010.21	149475.974

1	51.8098	720.5
0	1	0.030366844

1	51.8098	720.5
0	-25.4449226	-0.772682

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC4
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m³/s)	dt (min)
1.12	1.735	4.632	0.173	0.17

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para 0<t<tp

$Q = bt$

$b = 0.0995$

Entonces $Q = 0.0995 \quad t$

$dt = 0.17$

t (hr)	Q (m³/s)
0.00	0.000
0.17	0.017
0.34	0.034
0.51	0.051
0.68	0.068
0.85	0.085
1.02	0.102
1.19	0.118
1.36	0.135
1.53	0.152
1.70	0.169
1.87	0.165
2.04	0.154
2.21	0.144
2.38	0.134
2.55	0.124
2.72	0.114
2.89	0.104
3.06	0.094
3.23	0.084
3.40	0.073
3.57	0.063
3.74	0.053
3.91	0.043
4.08	0.033
4.25	0.023
4.42	0.013
4.63	0.000
Qmax	0.17

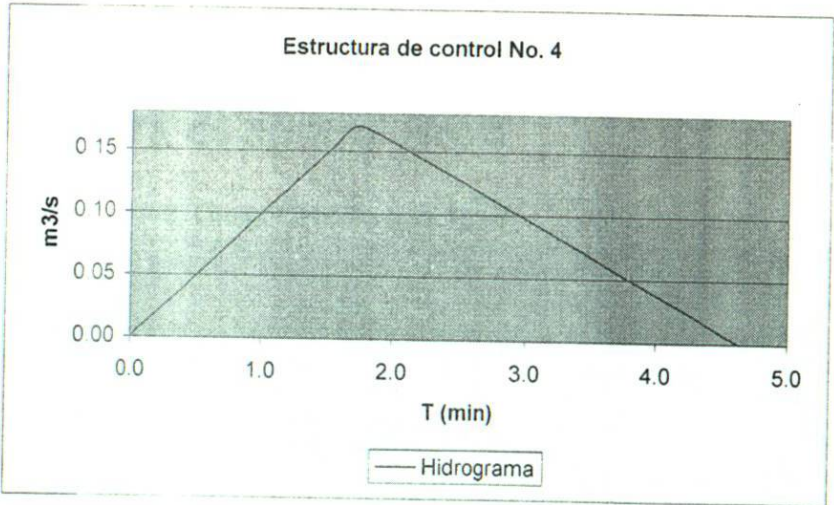
Ecuación de la recta para el dominio:
para tp<t<tb

$Q = a - mt$

$m = 0.0596$

$a = 0.2760$

Entonces $Q = 0.2760 - 0.0596 \, t$



- Notas:
- a) Las unidades de gastos estan en m³/seg
 - b) Las unidades de tiempo estan en hrs.
 - c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico $tp = \sqrt{tc} + 0.6tc$
 - d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $tb = 2.67tp$

Tránsito de una avenida de un TR= 20 años en el embalse de la Estructura No. 4

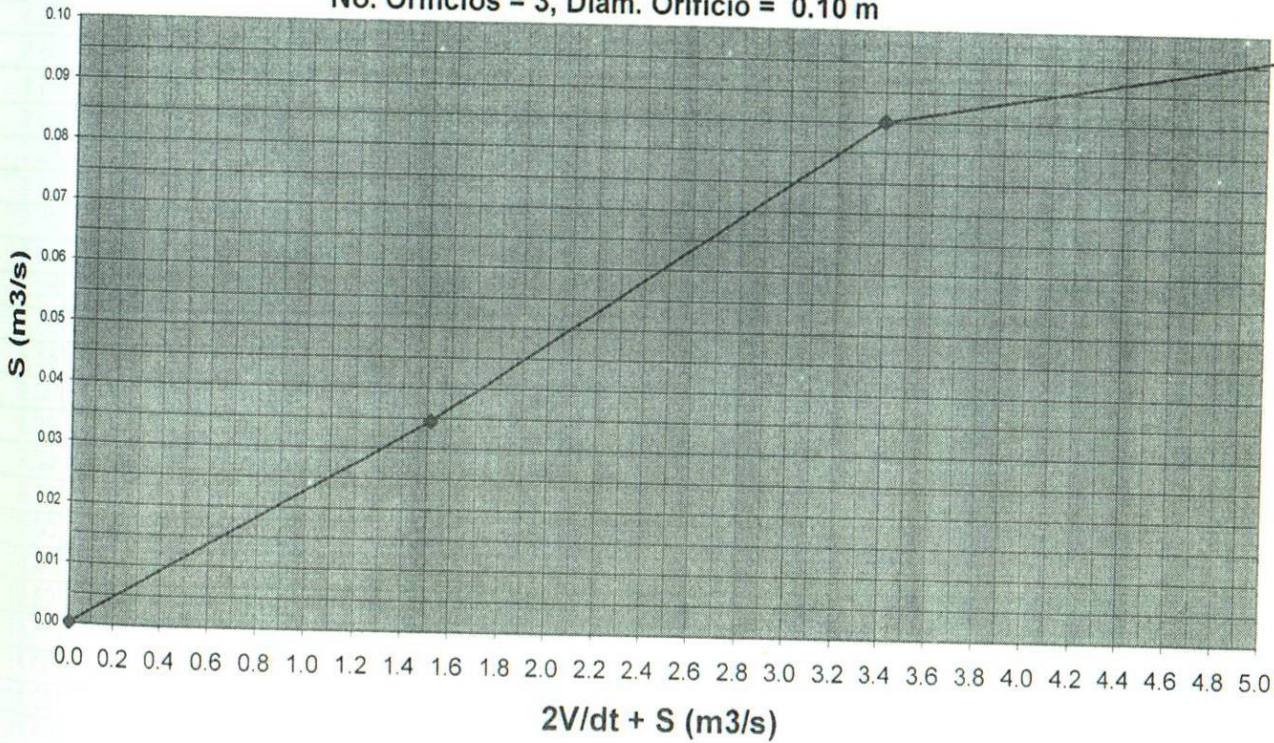
a) Curva (2V/dT) + S contra S
min segundos
dt= 0.25 15

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. ,b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
721.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	718.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2° lecho	719.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m³)	2V/dt + S (m³/s)	S (m³/s)
718.00	0.00	0.000	0.000
719.00	11.09	1.513	0.034
720.00	24.87	3.401	0.085
721.00	55.69	7.538	0.113
722.00	124.56	17.178	0.570

Estructura de control No. 4

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	i	I_i	$I_i + I_{i+1}$	$2V_i/dt - S_i$	$2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$	S_i	V_i	E_i	A_i
min		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³	m	m ²
0.00	0	0.00	0.017	0.000	0.017	0.000	0.00	718.00	0.00
0.25	1	0.02	0.051	0.017	0.068	0.000	0.13	718.93	8.44
0.50	2	0.03	0.085	0.064	0.148	0.002	0.49	718.94	8.57
0.75	3	0.05	0.118	0.142	0.261	0.003	1.09	718.96	8.78
1.00	4	0.07	0.152	0.249	0.401	0.006	1.91	718.98	9.06
1.25	5	0.08	0.186	0.383	0.569	0.009	2.94	719.02	9.42
1.50	6	0.10	0.220	0.545	0.765	0.012	4.18	719.05	9.85
1.75	7	0.12	0.254	0.731	0.985	0.017	5.61	719.10	10.35
2.00	8	0.14	0.288	0.939	1.227	0.023	7.21	719.15	10.91
2.25	9	0.15	0.321	1.171	1.492	0.028	8.99	719.20	11.53
2.50	10	0.17	0.334	1.424	1.758	0.034	10.93	719.26	12.21
2.75	11	0.16	0.319	1.676	1.995	0.041	12.88	719.32	12.88
3.00	12	0.15	0.299	1.901	2.200	0.047	14.61	719.37	13.49
3.25	13	0.14	0.279	2.094	2.372	0.053	16.10	719.42	14.01
3.50	14	0.13	0.258	2.260	2.518	0.056	17.37	719.45	14.45
3.75	15	0.12	0.238	2.396	2.634	0.061	18.43	719.49	14.82
4.00	16	0.11	0.218	2.506	2.724	0.064	19.28	719.51	15.11
4.25	17	0.10	0.197	2.590	2.788	0.067	19.93	719.53	15.34
4.50	18	0.09	0.177	2.652	2.829	0.068	20.40	719.55	15.50
4.75	19	0.08	0.157	2.689	2.846	0.070	20.69	719.56	15.61
5.00	20	0.07	0.137	2.706	2.843	0.070	20.82	719.56	15.65
5.25	21	0.06	0.116	2.703	2.819	0.070	20.79	719.56	15.64
5.50	22	0.05	0.096	2.681	2.777	0.069	20.62	719.55	15.58
5.75	23	0.04	0.076	2.641	2.717	0.068	20.32	719.54	15.48
6.00	24	0.03	0.056	2.583	2.639	0.067	19.88	719.53	15.32
6.25	25	0.02	0.035	2.509	2.544	0.065	19.30	719.51	15.12
6.50	26	0.01	0.013	2.422	2.435	0.061	18.62	719.49	14.89
6.75	27	0.00	0.000	2.319	2.319	0.058	17.82	719.47	14.61
7.00	28	0.00	0.000	2.207	2.207	0.056	16.97	719.44	14.31
7.25	29	0.00	0.000	2.101	2.101	0.053	16.15	719.42	14.02
7.50	30	0.00	0.000	2.001	2.001	0.050	15.38	719.39	13.76
7.75	31	0.00	0.000	1.907	1.907	0.047	14.65	719.37	13.50
8.00	32	0.00	0.000	1.817	1.817	0.045	13.96	719.35	13.26
8.25	33	0.00	0.000	1.733	1.733	0.042	13.31	719.33	13.03
8.50	34	0.00	0.000	1.653	1.653	0.040	12.69	719.31	12.82
8.75	35	0.00	0.000	1.577	1.577	0.038	12.11	719.29	12.62
9.00	36	0.00	0.000	1.507	1.507	0.035	11.56	719.28	12.43
9.25	37	0.00	0.000	1.439	1.439	0.034	11.04	719.26	12.25
9.50	38	0.00	0.000	1.373	1.373	0.033	10.54	719.25	12.07
9.75	39	0.00	0.000	1.311	1.311	0.031	10.06	719.23	11.90
10.00	40	0.00	0.000	1.251	1.251	0.030	9.60	719.22	11.74
10.25	41	0.00	0.000	1.195	1.195	0.028	9.17	719.21	11.59
10.50	42	0.00	0.000	1.141	1.141	0.027	8.76	719.19	11.45
10.75	43	0.00	0.000	1.093	1.093	0.024	8.37	719.18	11.32
11.00	44	0.00	0.000	1.047	1.047	0.023	8.02	719.17	11.19
11.25	45	0.00	0.000	1.001	1.001	0.023	7.68	719.16	11.07
11.50	46	0.00	0.000	0.955	0.955	0.023	7.33	719.15	10.95
11.75	47	0.00	0.000	0.911	0.911	0.022	6.99	719.14	10.83
12.00	48	0.00	0.000	0.869	0.869	0.021	6.67	719.13	10.72

NAME

12.25	49	0.00	0.000	0.831	0.831	0.019	6.37	719.12	10.62
12.50	50	0.00	0.000	0.793	0.793	0.019	6.09	719.11	10.52
12.75	51	0.00	0.000	0.757	0.757	0.018	5.81	719.10	10.42
13.00	52	0.00	0.000	0.723	0.723	0.017	5.55	719.10	10.33
13.25	53	0.00	0.000	0.691	0.691	0.016	5.30	719.09	10.24
13.50	54	0.00	0.000	0.659	0.659	0.016	5.06	719.08	10.16
13.75	55	0.00	0.000	0.629	0.629	0.015	4.83	719.07	10.08
14.00	56	0.00	0.000	0.599	0.599	0.015	4.60	719.07	10.00
14.25	57	0.00	0.000	0.571	0.571	0.014	4.38	719.06	9.93
14.50	58	0.00	0.000	0.547	0.547	0.012	4.19	719.05	9.86
14.75	59	0.00	0.000	0.523	0.523	0.012	4.01	719.05	9.80
15.00	60	0.00	0.000	0.499	0.499	0.012	3.83	719.04	9.73
15.25	61	0.00	0.000	0.477	0.477	0.011	3.66	719.04	9.67
15.50	62	0.00	0.000	0.455	0.455	0.011	3.49	719.03	9.61
15.75	63	0.00	0.000	0.435	0.435	0.010	3.33	719.03	9.56
16.00	64	0.00	0.000	0.415	0.415	0.010	3.18	719.02	9.51
16.25	65	0.00	0.000	0.395	0.395	0.010	3.03	719.02	9.46
16.50	66	0.00	0.000	0.377	0.377	0.009	2.89	719.01	9.41
16.75	67	0.00	0.000	0.359	0.359	0.009	2.76	719.01	9.36
17.00	68	0.00	0.000	0.341	0.341	0.009	2.62	719.01	9.31
17.25	69	0.00	0.000	0.325	0.325	0.008	2.49	719.00	9.27
17.50	70	0.00	0.000	0.309	0.309	0.008	2.37	719.00	9.23
17.75	71	0.00	0.000	0.293	0.293	0.008	2.25	719.00	9.18
18.00	72	0.00	0.000	0.279	0.279	0.007	2.14	718.99	9.14
18.25	73	0.00	0.000	0.265	0.265	0.007	2.04	718.99	9.11
18.50	74	0.00	0.000	0.251	0.251	0.007	1.93	718.99	9.07
18.75	75	0.00	0.000	0.239	0.239	0.006	1.83	718.98	9.04
19.00	76	0.00	0.000	0.227	0.227	0.006	1.74	718.98	9.01
19.25	77	0.00	0.000	0.215	0.215	0.006	1.65	718.98	8.97
19.50	78	0.00	0.000	0.203	0.203	0.006	1.56	718.97	8.94
19.75	79	0.00	0.000	0.191	0.191	0.006	1.47	718.97	8.91
20.00	80	0.00	0.000	0.181	0.181	0.005	1.39	718.97	8.88
20.25	81	0.00	0.000	0.171	0.171	0.005	1.32	718.97	8.86
20.50	82	0.00	0.000	0.161	0.161	0.005	1.24	718.96	8.83
20.75	83	0.00	0.000	0.151	0.151	0.005	1.17	718.96	8.81
21.00	84	0.00	0.000	0.143	0.143	0.004	1.10	718.96	8.78
21.25	85	0.00	0.000	0.135	0.135	0.004	1.04	718.96	8.76
21.50	86	0.00	0.000	0.127	0.127	0.004	0.98	718.96	8.74
21.75	87	0.00	0.000	0.119	0.119	0.004	0.92	718.95	8.72
22.00	88	0.00	0.000	0.111	0.111	0.004	0.86	718.95	8.70
22.25	89	0.00	0.000	0.103	0.103	0.004	0.80	718.95	8.68
22.50	90	0.00	0.000	0.095	0.095	0.004	0.74	718.95	8.66
22.75	91	0.00	0.000	0.089	0.089	0.003	0.69	718.95	8.64
23.00	92	0.00	0.000	0.083	0.083	0.003	0.64	718.95	8.62
23.25	93	0.00	0.000	0.077	0.077	0.003	0.60	718.94	8.61
23.50	94	0.00	0.000	0.071	0.071	0.003	0.55	718.94	8.59
23.75	95	0.00	0.000	0.065	0.065	0.003	0.51	718.94	8.58
24.00	96	0.00	0.000	0.059	0.059	0.003	0.46	718.94	8.56
24.25	97	0.00	0.000	0.053	0.053	0.003	0.42	718.94	8.54
24.50	98	0.00	0.000	0.047	0.047	0.003	0.37	718.94	8.53
24.75	99	0.00	0.000	0.043	0.043	0.002	0.33	718.94	8.52
25.00	100	0.00	0.000	0.039	0.039	0.002	0.30	718.94	8.50
25.25	101	0.00	0.000	0.035	0.035	0.002	0.27	718.94	8.49
25.50	102	0.00	0.000	0.031	0.031	0.002	0.24	718.93	8.48

Qmax = 0.17

Qmax = 0.07 **NAME** **719.56** 15.65

Nivel de la cresta vertedora:	721.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	718.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	719.56	m.s.n.m.
QMAX _{DISEÑO} =	0.17	m ³ /S
QMAX _{SALIDA} =	0.07	m ³ /S
Gasto regulado:	0.10	m ³ /S
	58.63	%
Volumen =	20.82	m ³
Área de inundación =	15.65	m ²

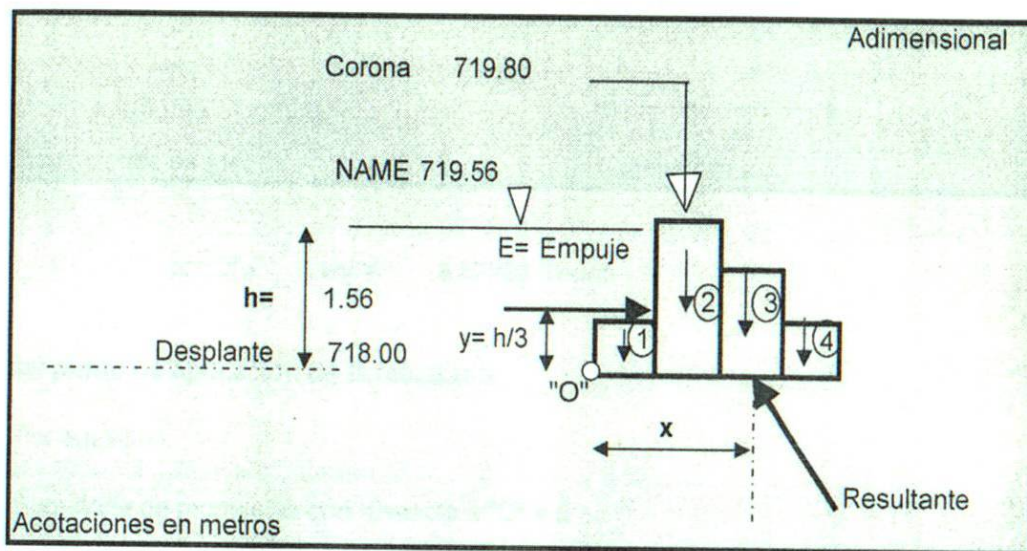
Conclusiones: **La estructura no necesita vertedor**

Cálculo estructural

Estructura de control No. 4

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo Libre =	0.24	Unidad m
Ancho Gavión (a)=	1	m
No. De bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura

$$E = 1.22 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

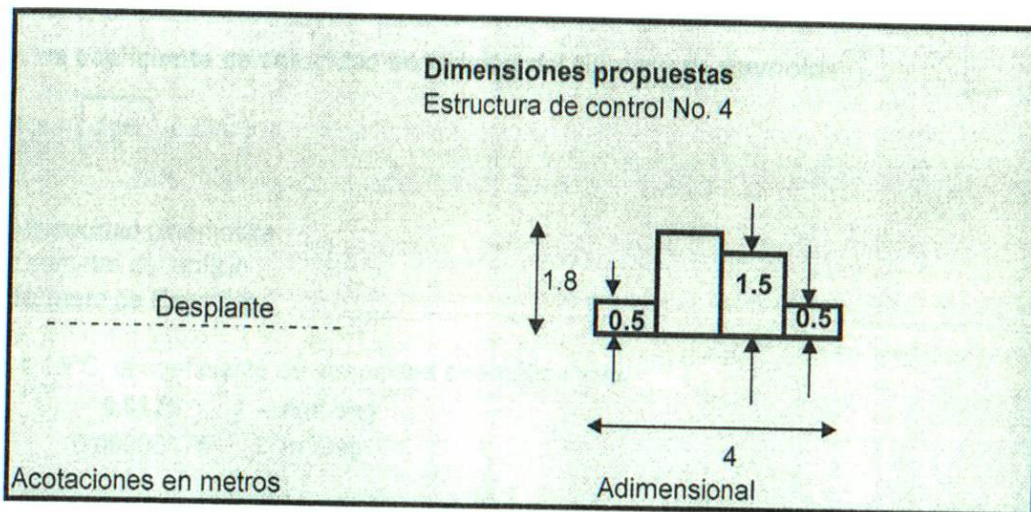
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= R_x \\ \Rightarrow R_x &= 1.22 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = R_y$$

Donde:

wi es el peso del bloque i, de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



⇒ $R_y = 6.87823 \text{ Ton/m}$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 14.1487$$
$$x = 2.05703 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta

Por lo tanto: La estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico

Aplicando la ec. De Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

Donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía
g Constante de gravedad
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde


- ν** = Viscosidad cinématica
D = Diámetro del orificio
Re = Número de Reynolds

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\begin{aligned} \nu &= 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg} \\ \nu &= 0.00000175 \text{ m}^2/\text{seg} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.60E+05$$


 Por lo tanto $Cv = 0.98$
 $V = 4.47 \text{ m/s}$

De la ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} ay &= -g \\ Vy &= -gt + V_{0y} \\ y &= -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} ax &= 0 \\ Vx &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$$\begin{aligned} V_{0y} &= \text{cero} \\ x_0 &= \text{cero} \end{aligned}$$

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 V_y &= -gt \\
 y &= -1/2 gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 V_x &= V_{0x} \\
 x &= V_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 V_{0x} &= 4.47 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

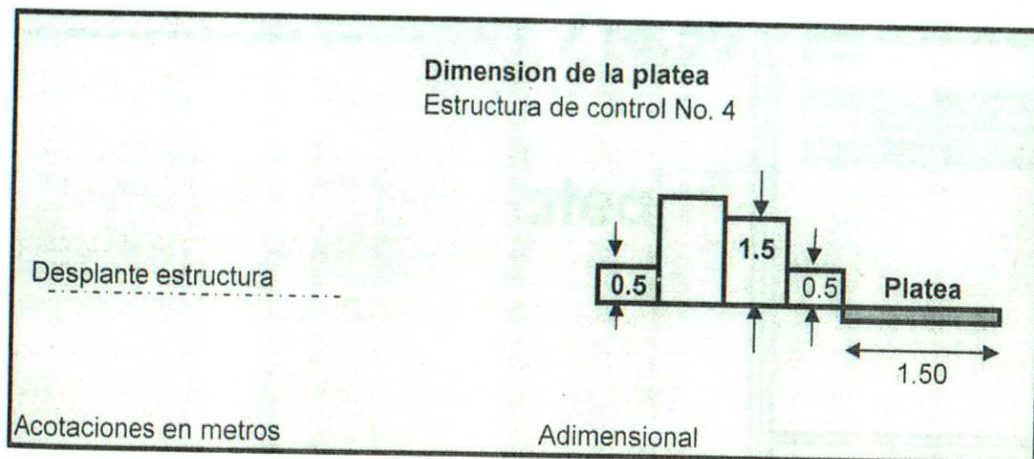
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.4262 \text{ m}$$

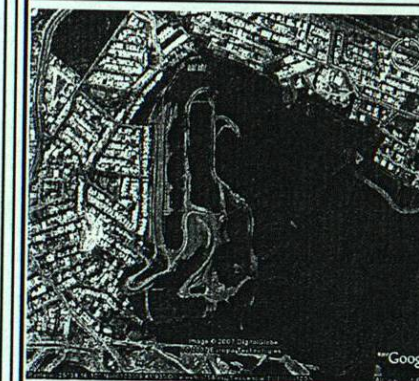
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.50 \text{ m}$$





Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	○
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	▽

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Tomichelli, afectado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

Acotaciones:

Metros.

4

719.80

719.56

718.00

Ø0.10

719.00
Tubería

718.50
Tubería

VISTA FRONTAL

719.56

719.80

719.00

Orificio 10"

718.50

718.00

0.50

4.00

1.50

Platea

VISTA LATERAL

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, doblando el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm²

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torsión, y las torsiones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por los general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura. El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.

Estructura de Control No 4
Balcones del Campestre

Estructura de control No. 5

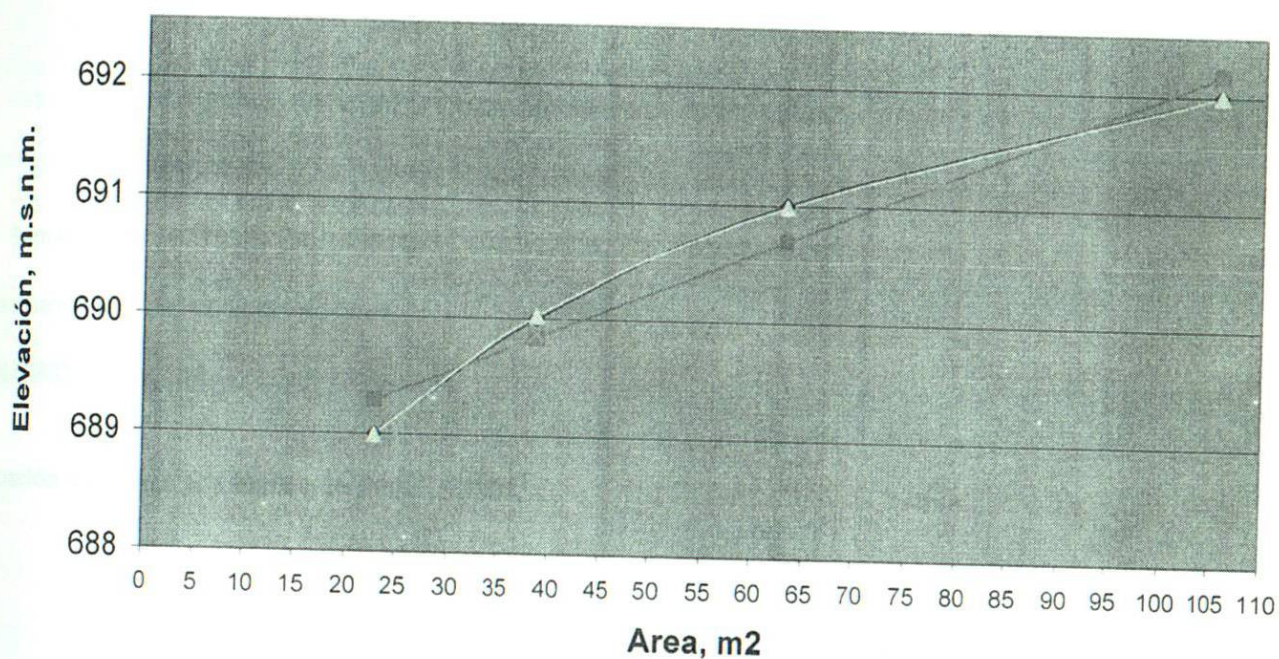
ESTRUCTURA DE CONTROL No. 5

Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E Ajuste Recta	E Ajuste Regres.	E Ajuste curva ojo
0	688	-	-	-
22.82	689	689.2883663	688.9904331	688.8488894
38.61	690	689.8388395	690.0215427	689.8711857
63.11	691	690.6929619	690.9863889	690.8277735
105.76	692	692.1798323	692.0016316	691.8343145

Estructura de control No. 5

◆ Real ■ Ajuste Linea ▲ Ajuste curva ✕ Ajuste a ojo



Regresión lineal

i	Área (m ²) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x*y	x ²
1	22.82	689	15722.98	520.7524
2	38.61	690	26640.9	1490.7321
3	63.11	691	43609.01	3982.8721
4	105.76	692	73185.92	11185.1776
Suma	230.30	2762.00	159158.81	17179.53

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A
688.4928122

b
0.034862141

Resolviendo matricialmente

4	230.30	2762
230.30	17179.53	159158.81
1	57.575	690.5
0	-17.0213274	-0.59339991

1	57.575	690.5
0	1	0.034862141

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$x=Ln(Area)$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area) _i	LnE _i	Ln(Area) _i *LnE _i	(Ln(Area) _i) ²
1	3.127637344	6.535241271	20.43986465	9.782115358
2	3.65351131	6.536691598	23.88187668	13.34814489
3	4.144879236	6.538139824	27.09979999	17.18002388
4	4.661172376	6.539585956	30.48213741	21.72652792
Suma	15.58720027	26.14965865	101.9036787	62.03681205

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.52633	0.00284	682.88966

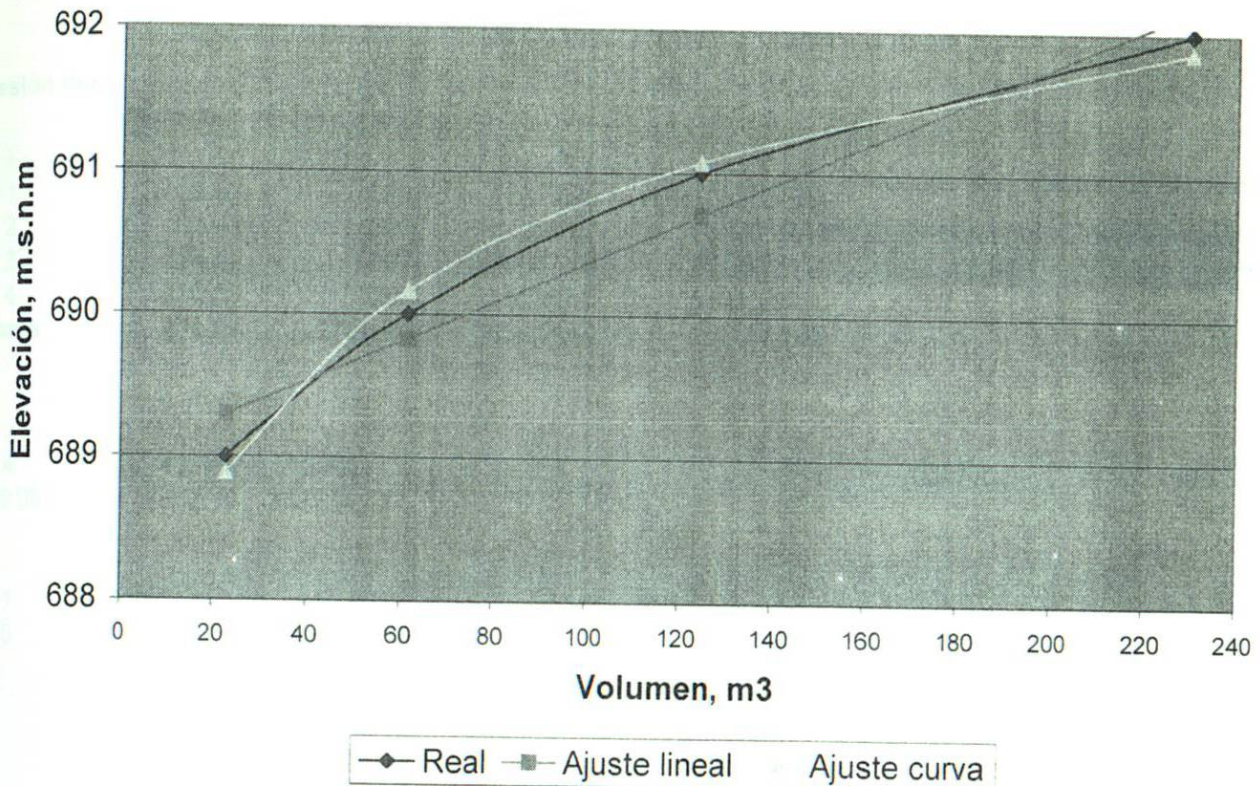
Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

4	15.58720027	26.14965865
15.58720027	62.03681205	101.9036787
1	3.896800067	6.537414662
-1	-3.97998428	-6.537651214
1	3.896800067	6.537414662
0	-0.08318421	-0.000236552
1	3.896800067	6.537414662
0	1	0.002843709
b =	0.002843709	
A =	6.526333296	
a =	682.88966	

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 5 **Determinación de la curva Volumen vs Elevación**

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E Ajuste Form	Vol por curva (m ³)
0	0.0	688	-	-	-
22.82	22.82	689	689.29	688.89	22.82
38.61	61.43	690	689.83	690.16	38.61
63.11	124.54	691	690.71	691.08	63.11
105.76	230.30	692	692.18	691.87	105.76

Estructura de control No. 5



	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
i	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	22.82	689	3.127637344	6.535241271	20.43986465	9.782115358
2	61.43	690	4.117898315	6.536691598	26.91743132	16.95708653
3	124.54	691	4.824626949	6.538139824	31.54408559	23.2770252
4	230.30	692	5.439382807	6.539585956	35.57131141	29.58688532
Suma			17.50954542	26.14965865	114.472693	79.60311241

$$E = aV^b$$

$$\ln E = \ln a + b \ln V$$

$n = 4$

Haciendo:
 $y = \ln E$
 $x = \ln V$
 $A = \ln a$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.529222537	0.001871465	684.865546

Resolviendo matricialmente

4	17.5095454	26.14965865
17.5095454	79.6031124	114.472693
1	4.37738635	6.537414662
-1	-4.54626951	-6.537730721
1	4.37738635	6.537414662
0	-0.16888315	-0.000316059
1	4.37738635	6.537414662
0	1	0.001871465
b =		0.001871465
A =		6.529222537
a =		684.865546

Regresión lineal

Vol (m3) E (m.s.n.m)

i	Xi	Yi	x*y
1	22.82	689	15722.98
2	61.43	690	42386.7
3	124.54	691	86057.14
4	230.30	692	159367.6
Suma	439.09	2762.00	303534.42

x ²	Resolviendo el sistema de ecuaciones:	
520.7524		
3773.6449	A	b
15510.2116	688.9730861	0.013909803
53038.0900		
72842.70		

4	439.09	2762
439.09	72842.70	303534.42

1	109.7725	690.5
0	1	0.013909803

1	109.7725	690.5
0	-56.1221888	-0.78064861

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC5
Ubicación	San Pedro Garza García
Descripción	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m ³ /s)	dt (min)
0.86	1.446	3.860	0.188	0.14

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para $0 < t < t_p$

$$Q = bt$$

$$b = 0.1300$$

Entonces $Q = 0.1300 \quad t$

Ecuación de la recta para el dominio:
para $t_p < t < t_b$

$$Q = a - mt$$

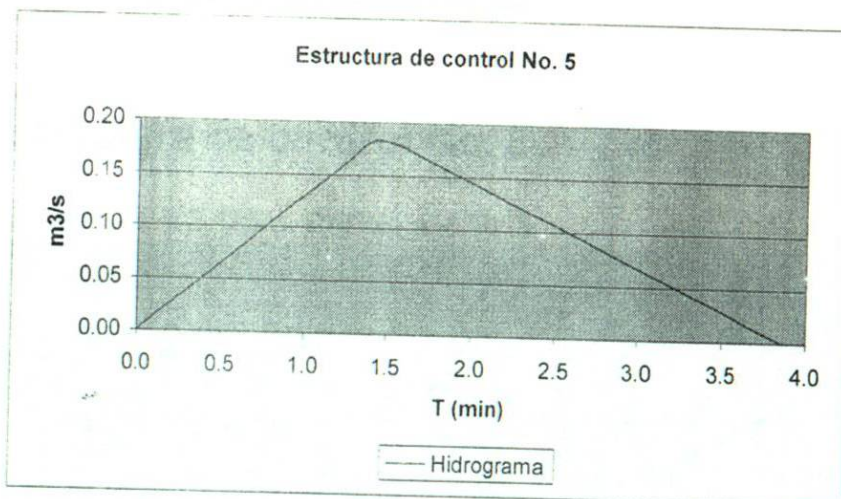
$$m = 0.0778$$

$$a = 0.3004$$

Entonces $Q = 0.3004 - 0.0778 \quad t$

$$dt = 0.14$$

t (hr)	Q (m ³ /s)
0.00	0.000
0.14	0.018
0.28	0.036
0.42	0.055
0.56	0.073
0.70	0.091
0.84	0.109
0.98	0.127
1.12	0.146
1.26	0.164
1.40	0.182
1.54	0.181
1.68	0.170
1.82	0.159
1.96	0.148
2.10	0.137
2.24	0.126
2.38	0.115
2.52	0.104
2.66	0.093
2.80	0.082
2.94	0.072
3.08	0.061
3.22	0.050
3.36	0.039
3.50	0.028
3.64	0.017
3.86	0.000
Qmax	0.182



Notas:

- Las unidades de gastos están en m³/seg
- Las unidades de tiempo están en hrs.
- Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico. $t_p = \sqrt{t_c + 0.6t_c}$
- Ecuación de Mockus para el tiempo base $t_b = 2.67t_p$

Tránsito de una avenida de un TR= 20 años en el embalse de la estructura No. 5

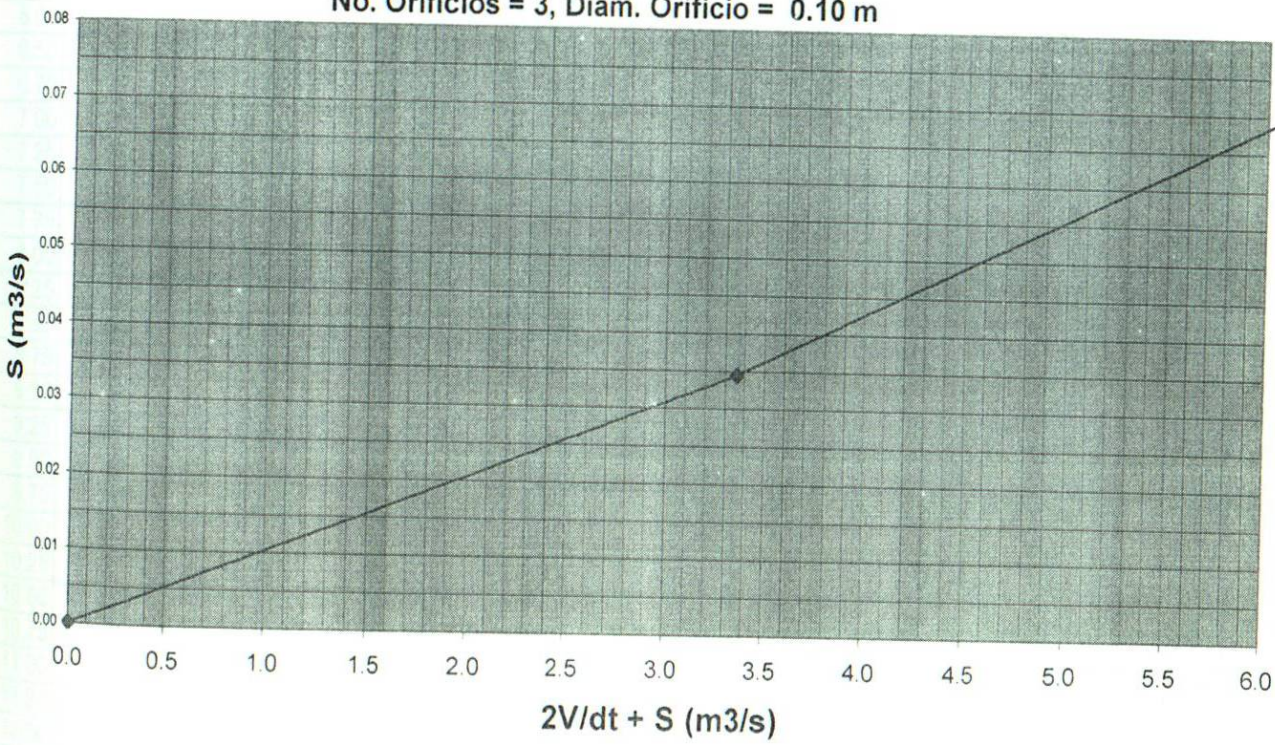
a) Curva $(2V/dT) + S$ contra S
min segundos
dt= 0.25 15

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. ,b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
690.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	688.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2° lecho	689.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m³)	2V/dt + S (m³/s)	S (m³/s)
688.00	0.00	0.000	0.000
689.00	24.93	3.358	0.034
690.00	54.11	7.300	0.085
691.00	117.32	16.190	0.548
692.00	254.07	35.241	1.365

Estructura de control No. 5

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1 t min	2 i	3 I_i m^3/s	4 $I_i + I_{i+1}$ m^3/s	5 $2V_i/dt - S_i$ m^3/s	6 $2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$ m^3/s	7 S_i m^3/s	8 V_i m^3	9 E_i m	10 A_i m^2
0.00	0	0.00	0.018	0.000	0.018	0.000	0.00	688.00	0.00
0.25	1	0.02	0.055	0.018	0.073	0.000	0.14	682.32	0.00
0.50	2	0.04	0.091	0.071	0.162	0.001	0.54	684.07	0.00
0.75	3	0.05	0.127	0.158	0.285	0.002	1.20	685.10	0.00
1.00	4	0.07	0.164	0.279	0.443	0.003	2.12	685.83	0.00
1.25	5	0.09	0.200	0.435	0.635	0.004	3.29	686.39	0.00
1.50	6	0.11	0.237	0.623	0.860	0.006	4.72	686.86	0.00
1.75	7	0.13	0.273	0.842	1.115	0.009	6.38	687.24	0.00
2.00	8	0.15	0.309	1.093	1.402	0.011	8.28	687.58	0.00
2.25	9	0.16	0.346	1.374	1.720	0.014	10.41	687.87	0.00
2.50	10	0.18	0.363	1.684	2.046	0.018	12.76	688.14	0.00
2.75	11	0.18	0.350	2.004	2.354	0.021	15.19	688.36	0.00
3.00	12	0.17	0.328	2.306	2.635	0.024	17.48	688.54	1.42
3.25	13	0.16	0.307	2.581	2.887	0.027	19.56	688.69	5.58
3.50	14	0.15	0.285	2.827	3.112	0.030	21.43	688.81	8.96
3.75	15	0.14	0.263	3.048	3.311	0.032	23.10	688.90	11.73
4.00	16	0.13	0.241	3.243	3.484	0.034	24.58	688.98	14.02
4.25	17	0.12	0.219	3.412	3.632	0.036	25.86	689.05	15.91
4.50	18	0.10	0.198	3.556	3.753	0.038	26.95	689.10	17.44
4.75	19	0.09	0.176	3.673	3.849	0.040	27.85	689.14	18.65
5.00	20	0.08	0.154	3.767	3.921	0.041	28.56	689.18	19.58
5.25	21	0.07	0.132	3.837	3.970	0.042	29.10	689.20	20.26
5.50	22	0.06	0.110	3.884	3.994	0.043	29.45	689.21	20.71
5.75	23	0.05	0.089	3.908	3.997	0.043	29.63	689.22	20.94
6.00	24	0.04	0.067	3.911	3.978	0.043	29.65	689.22	20.97
6.25	25	0.03	0.045	3.894	3.939	0.042	29.52	689.22	20.80
6.50	26	0.02	0.017	3.855	3.872	0.042	29.23	689.21	20.43
6.75	27	0.00	0.000	3.790	3.790	0.041	28.73	689.18	19.80
7.00	28	0.00	0.000	3.710	3.710	0.040	28.12	689.16	19.01
7.25	29	0.00	0.000	3.632	3.632	0.039	27.53	689.13	18.22
7.50	30	0.00	0.000	3.556	3.556	0.038	26.95	689.10	17.44
7.75	31	0.00	0.000	3.482	3.482	0.037	26.39	689.07	16.66
8.00	32	0.00	0.000	3.410	3.410	0.036	25.84	689.05	15.88
8.25	33	0.00	0.000	3.340	3.340	0.035	25.31	689.02	15.11
8.50	34	0.00	0.000	3.272	3.272	0.034	24.79	688.99	14.35
8.75	35	0.00	0.000	3.204	3.204	0.034	24.28	688.97	13.58
9.00	36	0.00	0.000	3.138	3.138	0.033	23.78	688.94	12.80
9.25	37	0.00	0.000	3.074	3.074	0.032	23.29	688.91	12.04
9.50	38	0.00	0.000	3.012	3.012	0.031	22.82	688.89	11.28
9.75	39	0.00	0.000	2.950	2.950	0.031	22.36	688.86	10.52
10.00	40	0.00	0.000	2.890	2.890	0.030	21.90	688.83	9.75
10.25	41	0.00	0.000	2.830	2.830	0.030	21.45	688.81	8.99
10.50	42	0.00	0.000	2.772	2.772	0.029	21.01	688.78	8.21
10.75	43	0.00	0.000	2.714	2.714	0.029	20.57	688.75	7.44
11.00	44	0.00	0.000	2.658	2.658	0.028	20.14	688.73	6.66
11.25	45	0.00	0.000	2.604	2.604	0.027	19.73	688.70	5.90
11.50	46	0.00	0.000	2.550	2.550	0.027	19.33	688.67	5.13
11.75	47	0.00	0.000	2.498	2.498	0.026	18.93	688.64	4.36
12.00	48	0.00	0.000	2.446	2.446	0.026	18.54	688.62	3.60

12.25	49	0.00	0.000	2.396	2.396	0.025	18.16	688.59	2.82
12.50	50	0.00	0.000	2.346	2.346	0.025	17.78	688.56	2.05
12.75	51	0.00	0.000	2.298	2.298	0.024	17.41	688.54	1.28
13.00	52	0.00	0.000	2.250	2.250	0.024	17.05	688.51	0.51
13.25	53	0.00	0.000	2.204	2.204	0.023	16.70	688.48	0.00
13.50	54	0.00	0.000	2.158	2.158	0.023	16.36	688.46	0.00
13.75	55	0.00	0.000	2.114	2.114	0.022	16.02	688.43	0.00
14.00	56	0.00	0.000	2.070	2.070	0.022	15.69	688.40	0.00
14.25	57	0.00	0.000	2.028	2.028	0.021	15.37	688.38	0.00
14.50	58	0.00	0.000	1.986	1.986	0.021	15.05	688.35	0.00
14.75	59	0.00	0.000	1.946	1.946	0.020	14.74	688.32	0.00
15.00	60	0.00	0.000	1.906	1.906	0.020	14.44	688.30	0.00
15.25	61	0.00	0.000	1.866	1.866	0.020	14.14	688.27	0.00
15.50	62	0.00	0.000	1.828	1.828	0.019	13.85	688.24	0.00
15.75	63	0.00	0.000	1.790	1.790	0.019	13.57	688.22	0.00
16.00	64	0.00	0.000	1.754	1.754	0.018	13.29	688.19	0.00
16.25	65	0.00	0.000	1.718	1.718	0.018	13.02	688.16	0.00
16.50	66	0.00	0.000	1.682	1.682	0.018	12.75	688.14	0.00
16.75	67	0.00	0.000	1.648	1.648	0.017	12.49	688.11	0.00
17.00	68	0.00	0.000	1.614	1.614	0.017	12.23	688.08	0.00
17.25	69	0.00	0.000	1.580	1.580	0.017	11.98	688.06	0.00
17.50	70	0.00	0.000	1.548	1.548	0.016	11.73	688.03	0.00
17.75	71	0.00	0.000	1.516	1.516	0.016	11.49	688.00	0.00
18.00	72	0.00	0.000	1.486	1.486	0.015	11.26	687.98	0.00
18.25	73	0.00	0.000	1.456	1.456	0.015	11.03	687.95	0.00
18.50	74	0.00	0.000	1.426	1.426	0.015	10.81	687.92	0.00
18.75	75	0.00	0.000	1.396	1.396	0.015	10.58	687.90	0.00
19.00	76	0.00	0.000	1.368	1.368	0.014	10.36	687.87	0.00
19.25	77	0.00	0.000	1.340	1.340	0.014	10.15	687.84	0.00
19.50	78	0.00	0.000	1.312	1.312	0.014	9.94	687.82	0.00
19.75	79	0.00	0.000	1.286	1.286	0.013	9.74	687.79	0.00
20.00	80	0.00	0.000	1.260	1.260	0.013	9.55	687.76	0.00
20.25	81	0.00	0.000	1.234	1.234	0.013	9.35	687.74	0.00
20.50	82	0.00	0.000	1.208	1.208	0.013	9.16	687.71	0.00
20.75	83	0.00	0.000	1.184	1.184	0.012	8.97	687.68	0.00
21.00	84	0.00	0.000	1.160	1.160	0.012	8.79	687.66	0.00
21.25	85	0.00	0.000	1.136	1.136	0.012	8.61	687.63	0.00
21.50	86	0.00	0.000	1.112	1.112	0.012	8.43	687.60	0.00
21.75	87	0.00	0.000	1.090	1.090	0.011	8.26	687.58	0.00
22.00	88	0.00	0.000	1.068	1.068	0.011	8.09	687.55	0.00
22.25	89	0.00	0.000	1.048	1.048	0.010	7.93	687.53	0.00
22.50	90	0.00	0.000	1.028	1.028	0.010	7.78	687.50	0.00
22.75	91	0.00	0.000	1.008	1.008	0.010	7.63	687.48	0.00
23.00	92	0.00	0.000	0.988	0.988	0.010	7.48	687.45	0.00
23.25	93	0.00	0.000	0.968	0.968	0.010	7.33	687.42	0.00
23.50	94	0.00	0.000	0.948	0.948	0.010	7.18	687.40	0.00
23.75	95	0.00	0.000	0.928	0.928	0.010	7.03	687.37	0.00
24.00	96	0.00	0.000	0.910	0.910	0.009	6.89	687.34	0.00
24.25	97	0.00	0.000	0.892	0.892	0.009	6.76	687.32	0.00
24.50	98	0.00	0.000	0.874	0.874	0.009	6.62	687.29	0.00
24.75	99	0.00	0.000	0.856	0.856	0.009	6.49	687.27	0.00
25.00	100	0.00	0.000	0.838	0.838	0.009	6.35	687.24	0.00
25.25	101	0.00	0.000	0.822	0.822	0.008	6.22	687.21	0.00
25.50	102	0.00	0.000	0.806	0.806	0.008	6.10	687.19	0.00

Qmax = 0.182

Qmax = 0.043 NAME 689.22 20.97

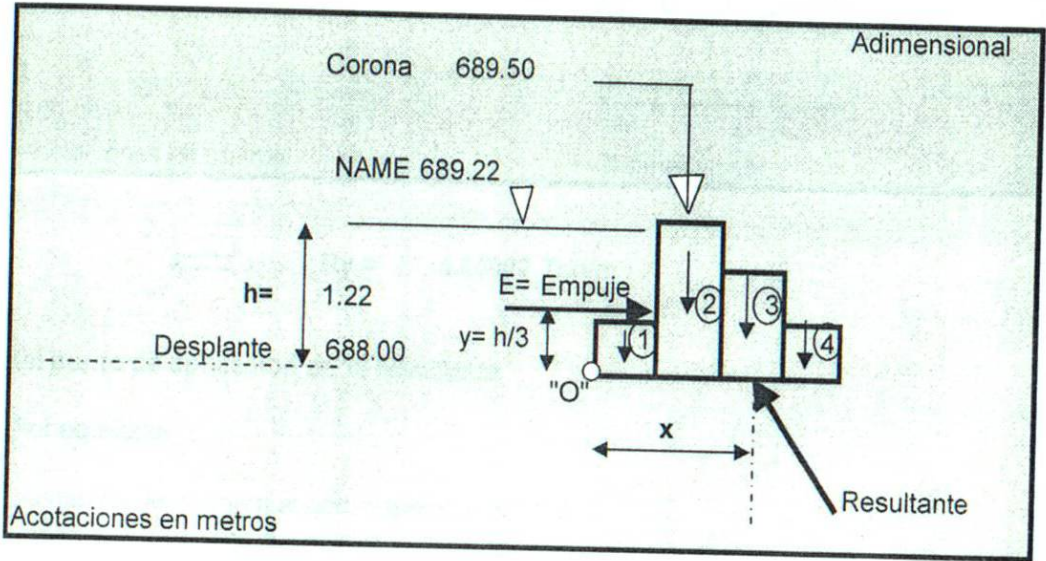
Nivel de la cresta vertedora:	690.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	688.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	689.22	m.s.n.m.
QMAX _{DISEÑO} =	0.18	m ³ /S
QMAX _{SALIDA} =	0.04	m ³ /S
Gasto regulado:	0.14	m ³ /S
	76.37	%
Volumen =	29.65	m ³
Área de inundación =	20.97	m ²

Conclusiones: La estructura no necesita vertedor

Cálculo estructural
Estructura de control No. 5

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo Libre =	0.28	m
Ancho Gavión (a)=	1	m
No. De bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura

E = 0.75 Ton /m

2.2 Cálculo de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

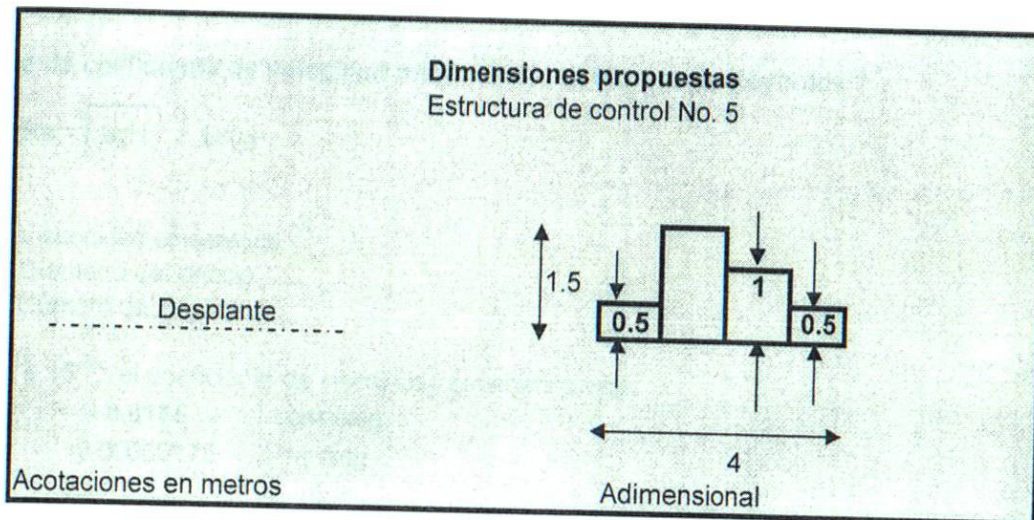
$\Rightarrow E = Rx$
 $\Rightarrow Rx = 0.75 \text{ Ton /m}$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$\Rightarrow w1+w2+w3+...+wn = Ry$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 5.60602 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 11.1145$$

$$x = 1.9826 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta

Por lo tanto: La estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico

Aplicando la ec. De Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía
g Constante de gravedad
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde


- ν = Viscosidad cinemática
 D = Diámetro del orificio
 Re = Número de Reynolds

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\begin{aligned} \nu &= 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg} \\ \nu &= 0.0000175 \text{ m}^2/\text{seg} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.15E+05$$


 $Cv = 0.98$
 Por lo tanto $V = 3.69 \text{ m/s}$

De la ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} ay &= -g \\ Vy &= -gt + V_{0y} \\ y &= -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} ax &= 0 \\ Vx &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$V_{0y} = \text{cero}$

$x_0 = \text{cero}$

Entonces:

En "y"

$$a_y = -g$$

$$V_y = -gt$$

$$y = -1/2 gt^2 + y_0 \quad (1)$$

En "x"

$$a_x = 0$$

$$V_x = V_{0x}$$

$$x = V_{0x}t \quad (2)$$

Datos:

$$V_{0x} = 3.69 \quad \text{m/s}$$

$$y_0 = 0.50 \quad \text{m}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

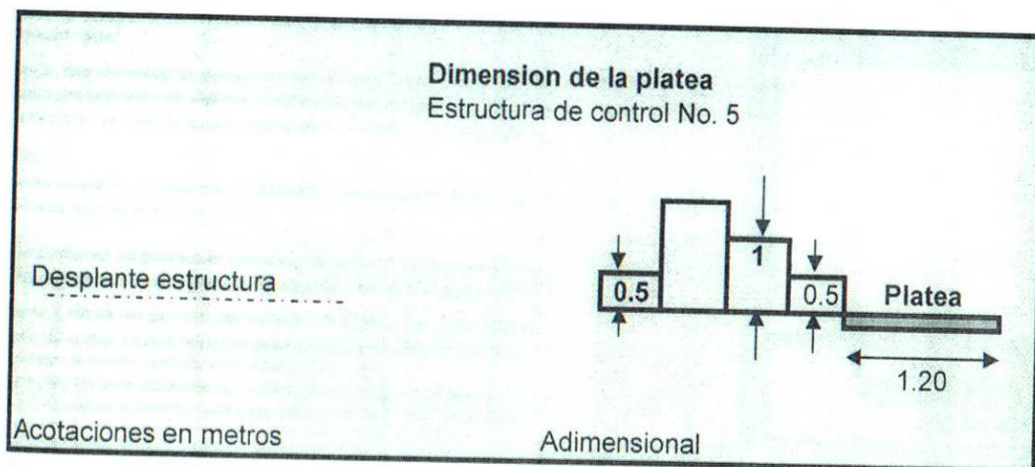
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.1791 \text{ m}$$

Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.20 \text{ m}$$





Plano de Ubicación



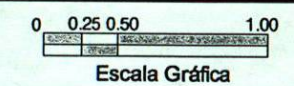
Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	○
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	▽

NOTAS:

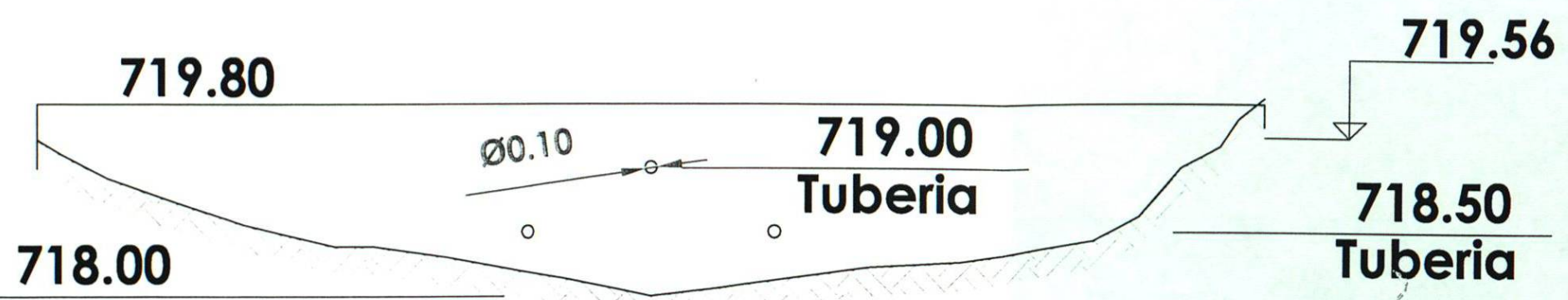
Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

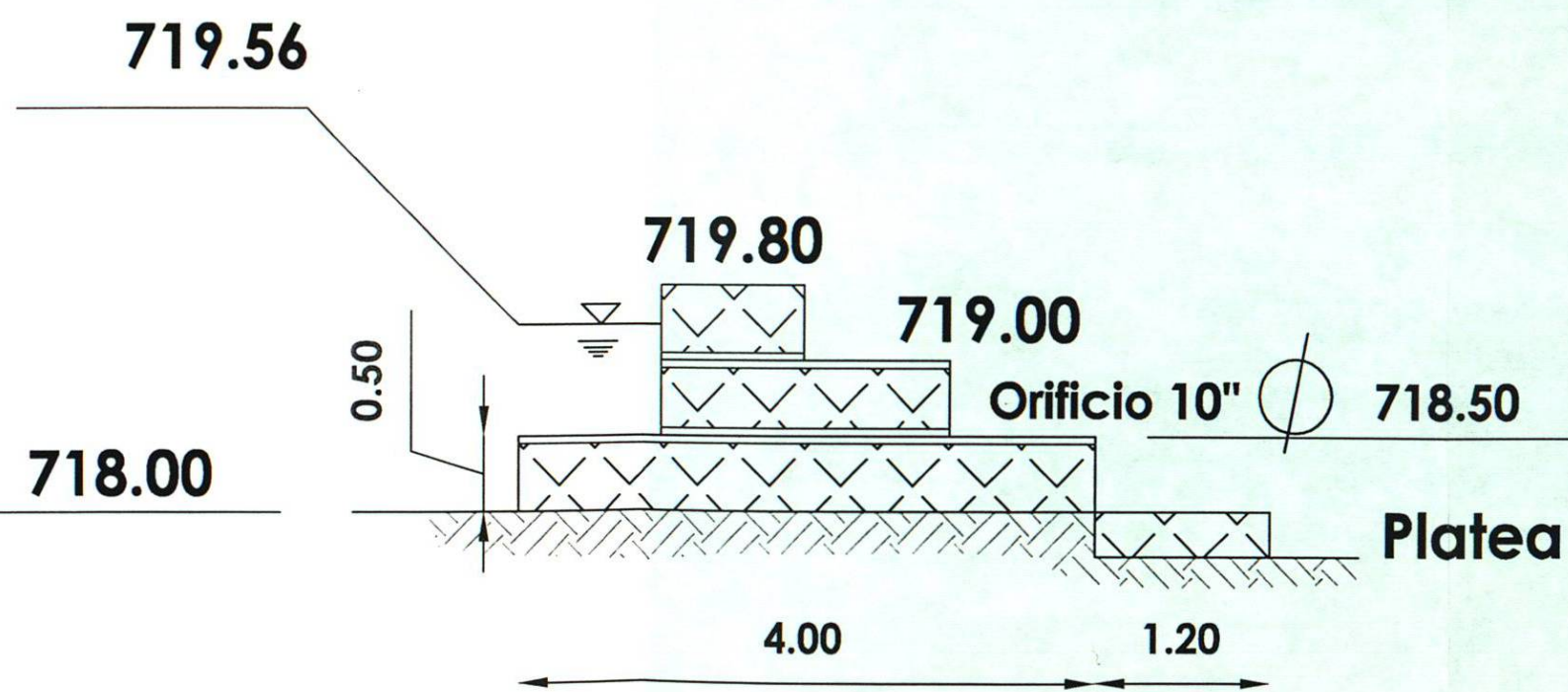


Acotaciones:
Metros.

5



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Estructura de Control No 5 Balcones del Campestre

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac.

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm².

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torsión, y las torsiones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros.

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por los general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm.

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura. El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.

Estructura de control No. 6

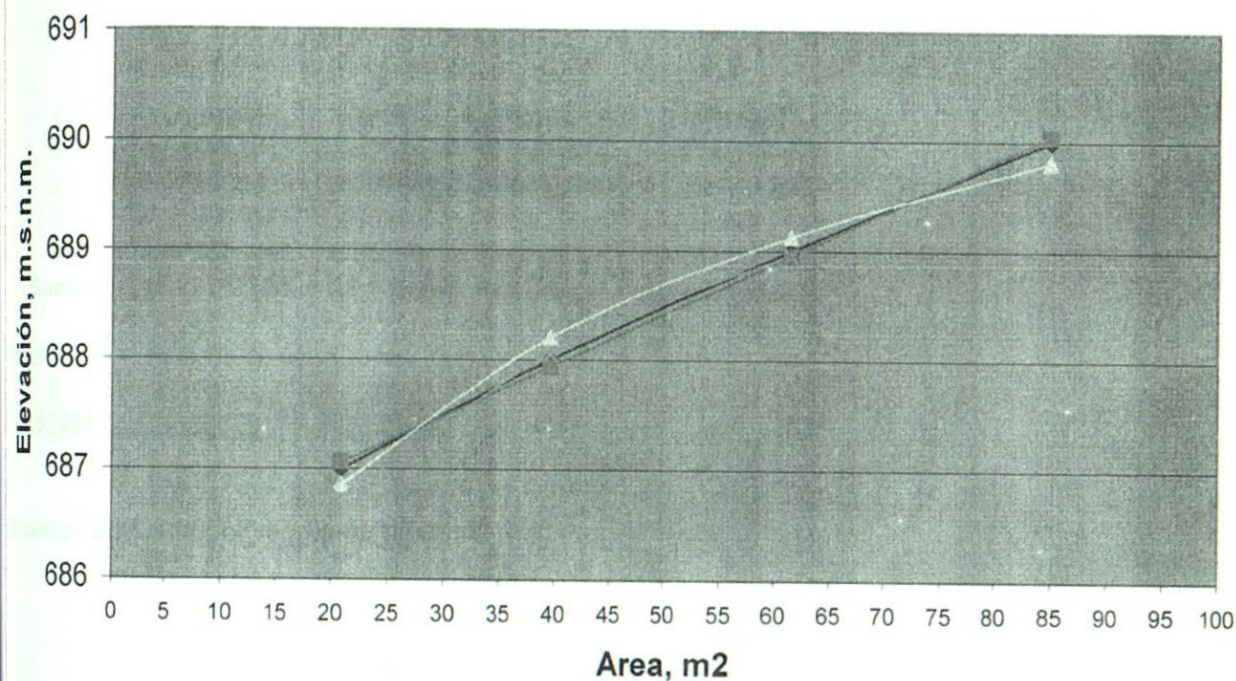
ESTRUCTURA DE CONTROL No. 6

Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E AjustRecta	E Ajust Regres.	E Ajust curva ojo
0	686	-	-	-
20.88	687	687.061212	686.8592952	686.7320571
39.64	688	687.936925	688.205643	688.0540103
61.44	689	688.9545445	689.1275303	688.9591672
84.85	690	690.0473185	689.807444	689.6267278

Estructura de control No. 6

—◆— Real —■— Ajuste Linea —▲— Ajuste curva —✕— Ajuste a ojo



Regresión lineal

Área (m²) E (m.s.n.m)

i	Xi	Yi	x*y	x ²
1	20.88	687	14344.56	435.9744
2	39.64	688	27272.32	1571.3296
3	61.44	689	42332.16	3774.8736
4	84.85	690	58546.5	7199.5225
Suma	206.81	2754.00	142495.54	12981.70

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A
686.086538

b
0.046679794

Resolviendo matricialmente

4	206.81	2754	1	51.7025	688.5
206.81	12981.70	142495.54	0	1	0.0466798
1	51.7025	688.5			
0	-11.0686431	-0.516682			

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$x=Ln(Area)$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area) _i	LnE _i	Ln(Area) _i *LnE _i	(Ln(Area) _i) ²
1	3.038791763	6.53233429	19.85040364	9.234255379
2	3.679838709	6.53378884	24.04328909	13.54121293
3	4.118061089	6.53524127	26.91252278	16.95842713
4	4.440884992	6.5366916	29.02869561	19.72145951
Suma	15.27757655	26.138056	99.83491112	59.45535495

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.52285	0.00305	680.51287

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

4	15.2775766	26.138056
15.27757655	59.4553549	99.83491112
1	3.81939414	6.534514
-1	-3.8916745	-6.534734797
1	3.81939414	6.534514
0	-0.0722804	-0.000220798
1	3.81939414	6.534514
0	1	0.003054741

$$b = 0.003054741$$

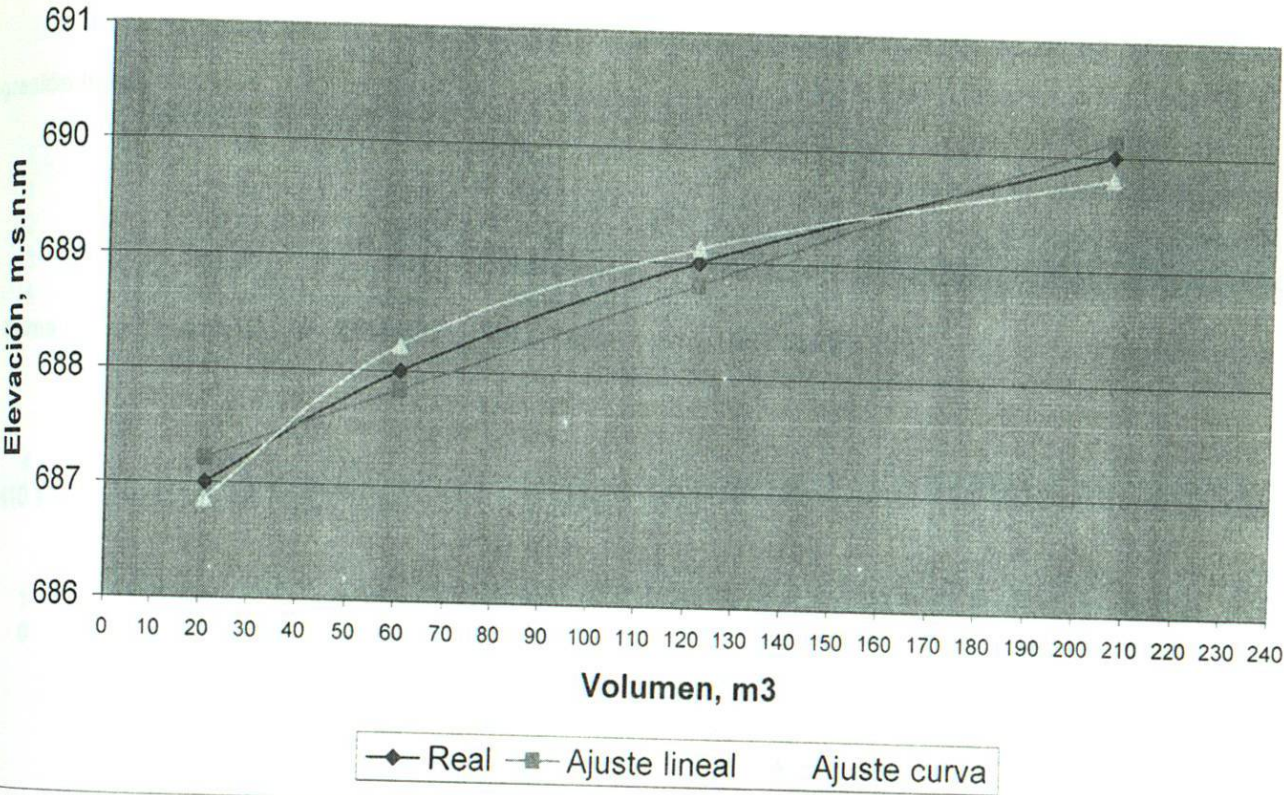
$$A = 6.522846741$$

$$a = 680.5128739$$

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 6
Determinación de la curva Volumen vs Elevación

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E AjusteForm	Vol por curva (m ³)
0	0.0	686	-	-	-
20.88	20.88	687	687.22	686.85	20.88
39.64	60.52	688	687.84	688.22	39.64
61.44	121.96	689	688.81	689.12	61.44
84.85	206.81	690	690.14	689.80	84.85

Estructura de control No. 6



i	Vol (m3) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x LnVi	y LnEi	x*y LnVi*LnEi	x ² (LnVi) ²
1	20.88	687	3.038791763	6.532334292	19.85040364	9.234255379
2	60.52	688	4.102973889	6.533788838	26.807965	16.83439473
3	121.96	689	4.803693122	6.535241271	31.39329354	23.07546761
4	206.81	690	5.331800497	6.536691598	34.85233551	28.42809654
Suma			17.27725927	26.138056	112.9039977	77.57221427

E=aV^b

LnE = Ln a + b LnV
n= 4

Haciendo:
y=LnE
x=LnV
A= Ln a

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.526443416	0.001868487	682.9648641

Resolviendo matricialmente

4	17.2772593	26.138056
17.2772593	77.5722143	112.9039977

1	4.31931482	6.534514
-1	-4.48984489	-6.534832633

1	4.31931482	6.534514
0	-0.17053007	-0.000318633

1	4.31931482	6.534514
0	1	0.001868487

$$b = 0.001868487$$

$$A = 6.526443416$$

$$a = 682.9648641$$

Regresión lineal

Vol (m3) E (m.s.n.m)

i	Xi	Yi	x*y
1	20.88	687	14344.56
2	60.52	688	41637.76
3	121.96	689	84030.44
4	206.81	690	142698.9
Suma	410.17	2754.00	282711.66

 x^2

435.9744
3662.6704
14874.2416
42770.3761
61743.26

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
686.8870323	0.015729748

4	410.17	2754
410.17	61743.26	282711.66

1	102.5425	688.5
0	1	0.015729748

1	102.5425	688.5
0	-47.9884079	-0.75484555

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC6
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m ³ /s)	dt (min)
1.01	1.607	4.290	0.225	0.16

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para $0 < t < t_p$

$$Q = bt$$

$$b = 0.1402$$

Entonces $Q = 0.1402 \quad t$

$$dt = 0.16$$

t (hr)	Q (m ³ /s)
0.00	0.000
0.16	0.022
0.32	0.045
0.48	0.067
0.64	0.090
0.80	0.112
0.96	0.135
1.12	0.157
1.28	0.179
1.44	0.202
1.60	0.224
1.76	0.212
1.92	0.199
2.08	0.186
2.24	0.172
2.40	0.159
2.56	0.145
2.72	0.132
2.88	0.118
3.04	0.105
3.20	0.092
3.36	0.078
3.52	0.065
3.68	0.051
3.84	0.038
4.00	0.024
4.16	0.011
4.29	0.000
Qmax	0.224

Ecuación de la recta para el dominio:

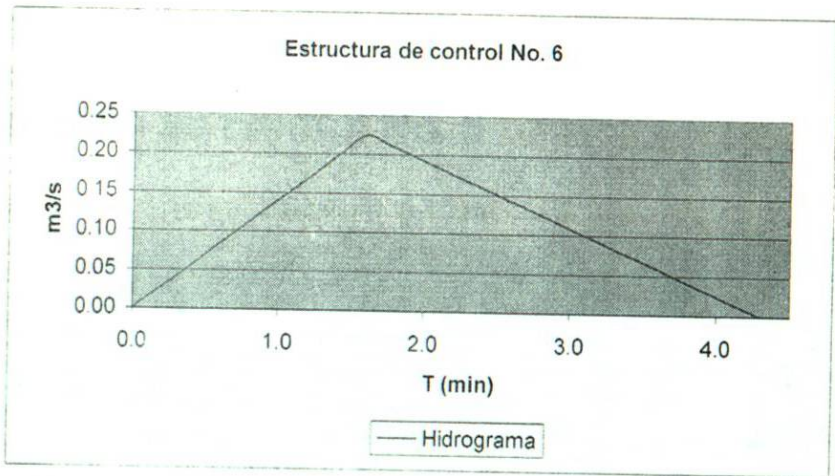
para $t_p < t < t_b$

$$Q = a - mt$$

$$m = 0.0840$$

$$a = 0.3602$$

Entonces $Q = 0.3602 - 0.0840 \quad t$



Nota:

- a) Las unidades de gastos estan en m³/seg
- b) Las unidades de tiempo estan en hrs.
- c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico
- d) Ecuación de Mockus para el tiempo base

$$t_p = \sqrt{t_c + 0.6t_c}$$

$$t_b = 2.67t_p$$

Tránsito de una avenida de un $T_r = 20$ años en el embalse de la estructura No. 6

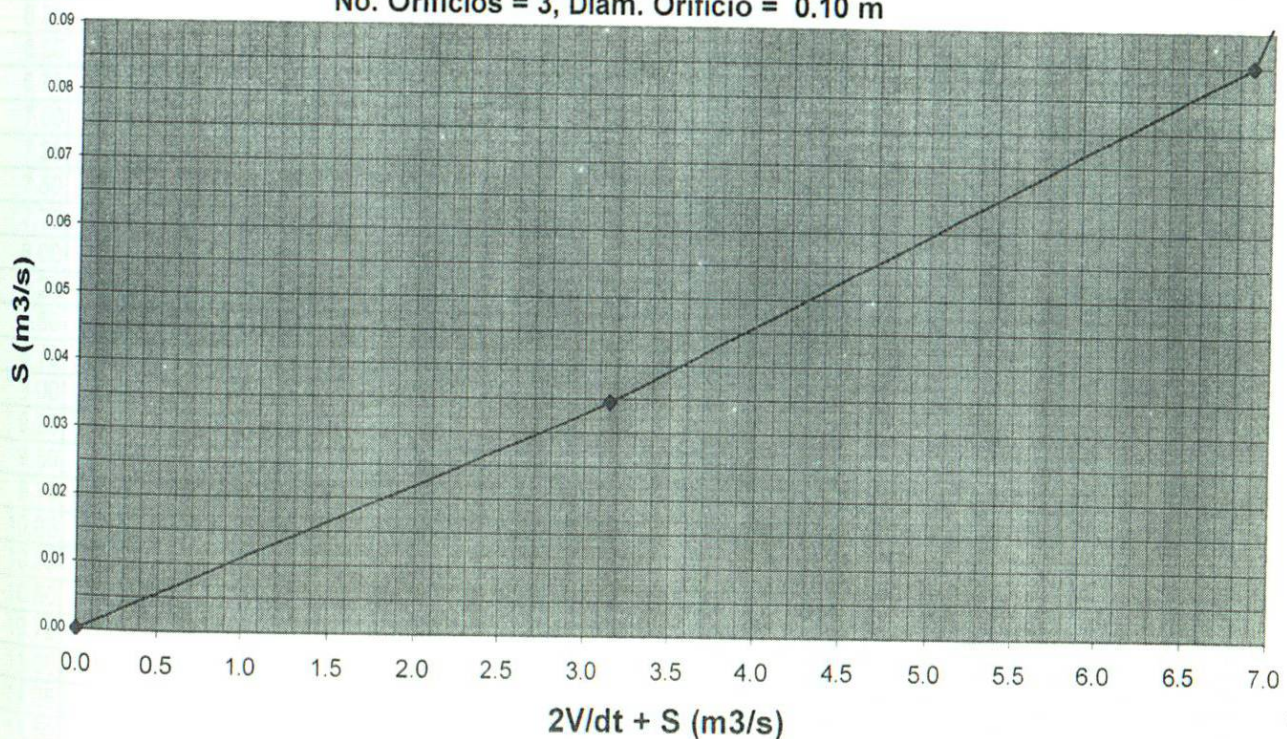
a) Curva $(2V/dT) + S$ contra S
 min segundos
 $dt = 0.25 \quad 15$

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. ,b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
688.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	686.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2° lecho	687.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m ³)	$2V/dt + S$ (m ³ /s)	S (m ³ /s)
686.00	0.00	0.000	0.000
687.00	23.40	3.154	0.034
688.00	50.97	6.881	0.085
689.00	110.89	15.333	0.548
690.00	240.99	33.497	1.365

Estructura de control No. 6

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1 t min	2 i	3 I_i m^3/s	4 $I_i + I_{i+1}$ m^3/s	5 $2V_i/dt - S_i$ m^3/s	6 $2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$ m^3/s	7 S_i m^3/s	8 V_i m^3	9 E_i m	10 A_i m^2
0.00	0	0.00	0.022	0.000	0.022	0.000	0.00	686.00	0.00
0.25	1	0.02	0.067	0.022	0.090	0.000	0.17	686.89	17.21
0.50	2	0.04	0.112	0.088	0.200	0.001	0.67	686.90	17.37
0.75	3	0.07	0.157	0.196	0.353	0.002	1.48	686.91	17.65
1.00	4	0.09	0.202	0.345	0.547	0.004	2.62	686.93	18.03
1.25	5	0.11	0.247	0.535	0.782	0.006	4.06	686.95	18.52
1.50	6	0.13	0.292	0.764	1.055	0.009	5.79	686.98	19.10
1.75	7	0.16	0.336	1.033	1.370	0.011	7.83	687.01	19.79
2.00	8	0.18	0.381	1.340	1.721	0.015	10.16	687.05	20.57
2.25	9	0.20	0.426	1.683	2.109	0.019	12.77	687.09	21.45
2.50	10	0.22	0.437	2.063	2.500	0.023	15.65	687.13	22.42
2.75	11	0.21	0.411	2.446	2.857	0.027	18.55	687.18	23.40
3.00	12	0.20	0.385	2.795	3.180	0.031	21.20	687.22	24.29
3.25	13	0.19	0.358	3.110	3.468	0.035	23.59	687.26	25.10
3.50	14	0.17	0.331	3.392	3.722	0.038	25.72	687.29	25.82
3.75	15	0.16	0.304	3.638	3.942	0.042	27.60	687.32	26.45
4.00	16	0.15	0.277	3.852	4.129	0.045	29.23	687.35	27.00
4.25	17	0.13	0.250	4.035	4.285	0.047	30.62	687.37	27.47
4.50	18	0.12	0.223	4.185	4.409	0.050	31.77	687.39	27.85
4.75	19	0.10	0.196	4.307	4.503	0.051	32.68	687.40	28.16
5.00	20	0.09	0.170	4.399	4.569	0.052	33.38	687.41	28.40
5.25	21	0.08	0.143	4.461	4.604	0.054	33.86	687.42	28.56
5.50	22	0.06	0.116	4.496	4.611	0.054	34.12	687.42	28.65
5.75	23	0.05	0.089	4.503	4.592	0.054	34.18	687.42	28.67
6.00	24	0.04	0.062	4.484	4.547	0.054	34.04	687.42	28.62
6.25	25	0.02	0.035	4.441	4.476	0.053	33.70	687.42	28.51
6.50	26	0.01	0.011	4.372	4.383	0.052	33.18	687.41	28.33
6.75	27	0.00	0.000	4.281	4.281	0.051	32.49	687.40	28.10
7.00	28	0.00	0.000	4.181	4.181	0.050	31.73	687.39	27.84
7.25	29	0.00	0.000	4.085	4.085	0.048	31.00	687.37	27.59
7.50	30	0.00	0.000	3.993	3.993	0.046	30.29	687.36	27.36
7.75	31	0.00	0.000	3.903	3.903	0.045	29.61	687.35	27.13
8.00	32	0.00	0.000	3.815	3.815	0.044	28.94	687.34	26.90
8.25	33	0.00	0.000	3.729	3.729	0.043	28.29	687.33	26.68
8.50	34	0.00	0.000	3.645	3.645	0.042	27.65	687.32	26.47
8.75	35	0.00	0.000	3.563	3.563	0.041	27.03	687.31	26.26
9.00	36	0.00	0.000	3.483	3.483	0.040	26.42	687.30	26.05
9.25	37	0.00	0.000	3.405	3.405	0.039	25.83	687.29	25.85
9.50	38	0.00	0.000	3.329	3.329	0.038	25.25	687.28	25.66
9.75	39	0.00	0.000	3.257	3.257	0.036	24.70	687.28	25.47
10.00	40	0.00	0.000	3.185	3.185	0.036	24.16	687.27	25.29
10.25	41	0.00	0.000	3.115	3.115	0.035	23.62	687.26	25.11
10.50	42	0.00	0.000	3.047	3.047	0.034	23.11	687.25	24.93
10.75	43	0.00	0.000	2.981	2.981	0.033	22.60	687.24	24.77
11.00	44	0.00	0.000	2.917	2.917	0.032	22.12	687.23	24.60
11.25	45	0.00	0.000	2.853	2.853	0.032	21.64	687.23	24.44
11.50	46	0.00	0.000	2.791	2.791	0.031	21.16	687.22	24.28
11.75	47	0.00	0.000	2.731	2.731	0.030	20.71	687.21	24.13
12.00	48	0.00	0.000	2.673	2.673	0.029	20.26	687.21	23.98

12.25	49	0.00	0.000	2.615	2.615	0.029	19.83	687.20	23.83
12.50	50	0.00	0.000	2.559	2.559	0.028	19.40	687.19	23.69
12.75	51	0.00	0.000	2.505	2.505	0.027	18.99	687.19	23.55
13.00	52	0.00	0.000	2.451	2.451	0.027	18.58	687.18	23.41
13.25	53	0.00	0.000	2.399	2.399	0.026	18.19	687.17	23.28
13.50	54	0.00	0.000	2.347	2.347	0.026	17.80	687.17	23.15
13.75	55	0.00	0.000	2.297	2.297	0.025	17.41	687.16	23.02
14.00	56	0.00	0.000	2.247	2.247	0.025	17.04	687.16	22.89
14.25	57	0.00	0.000	2.199	2.199	0.024	16.67	687.15	22.77
14.50	58	0.00	0.000	2.151	2.151	0.024	16.31	687.14	22.64
14.75	59	0.00	0.000	2.105	2.105	0.023	15.96	687.14	22.53
15.00	60	0.00	0.000	2.059	2.059	0.023	15.61	687.13	22.41
15.25	61	0.00	0.000	2.015	2.015	0.022	15.28	687.13	22.30
15.50	62	0.00	0.000	1.971	1.971	0.022	14.95	687.12	22.18
15.75	63	0.00	0.000	1.929	1.929	0.021	14.62	687.12	22.08
16.00	64	0.00	0.000	1.887	1.887	0.021	14.31	687.11	21.97
16.25	65	0.00	0.000	1.847	1.847	0.020	14.00	687.11	21.87
16.50	66	0.00	0.000	1.807	1.807	0.020	13.70	687.10	21.77
16.75	67	0.00	0.000	1.767	1.767	0.020	13.40	687.10	21.66
17.00	68	0.00	0.000	1.729	1.729	0.019	13.11	687.09	21.57
17.25	69	0.00	0.000	1.691	1.691	0.019	12.82	687.09	21.47
17.50	70	0.00	0.000	1.655	1.655	0.018	12.55	687.08	21.38
17.75	71	0.00	0.000	1.619	1.619	0.018	12.28	687.08	21.29
18.00	72	0.00	0.000	1.585	1.585	0.017	12.01	687.08	21.20
18.25	73	0.00	0.000	1.551	1.551	0.017	11.76	687.07	21.11
18.50	74	0.00	0.000	1.517	1.517	0.017	11.50	687.07	21.02
18.75	75	0.00	0.000	1.485	1.485	0.016	11.26	687.06	20.94
19.00	76	0.00	0.000	1.453	1.453	0.016	11.02	687.06	20.86
19.25	77	0.00	0.000	1.423	1.423	0.015	10.78	687.06	20.78
19.50	78	0.00	0.000	1.393	1.393	0.015	10.56	687.05	20.71
19.75	79	0.00	0.000	1.363	1.363	0.015	10.33	687.05	20.63
20.00	80	0.00	0.000	1.333	1.333	0.015	10.11	687.05	20.55
20.25	81	0.00	0.000	1.305	1.305	0.014	9.89	687.04	20.48
20.50	82	0.00	0.000	1.277	1.277	0.014	9.68	687.04	20.41
20.75	83	0.00	0.000	1.249	1.249	0.014	9.47	687.04	20.34
21.00	84	0.00	0.000	1.221	1.221	0.014	9.26	687.03	20.27
21.25	85	0.00	0.000	1.195	1.195	0.013	9.06	687.03	20.20
21.50	86	0.00	0.000	1.169	1.169	0.013	8.86	687.03	20.14
21.75	87	0.00	0.000	1.143	1.143	0.013	8.67	687.02	20.07
22.00	88	0.00	0.000	1.119	1.119	0.012	8.48	687.02	20.01
22.25	89	0.00	0.000	1.095	1.095	0.012	8.30	687.02	19.95
22.50	90	0.00	0.000	1.071	1.071	0.012	8.12	687.01	19.88
22.75	91	0.00	0.000	1.047	1.047	0.012	7.94	687.01	19.82
23.00	92	0.00	0.000	1.025	1.025	0.011	7.77	687.01	19.77
23.25	93	0.00	0.000	1.003	1.003	0.011	7.60	687.01	19.71
23.50	94	0.00	0.000	0.981	0.981	0.011	7.44	687.00	19.65
23.75	95	0.00	0.000	0.959	0.959	0.011	7.27	687.00	19.60
24.00	96	0.00	0.000	0.939	0.939	0.010	7.12	687.00	19.55
24.25	97	0.00	0.000	0.919	0.919	0.010	6.97	687.00	19.50
24.50	98	0.00	0.000	0.899	0.899	0.010	6.82	686.99	19.45
24.75	99	0.00	0.000	0.879	0.879	0.010	6.67	686.99	19.39
25.00	100	0.00	0.000	0.861	0.861	0.009	6.52	686.99	19.35
25.25	101	0.00	0.000	0.843	0.843	0.009	6.39	686.99	19.30
25.50	102	0.00	0.000	0.825	0.825	0.009	6.25	686.99	19.26

Qmax = 0.224

Qmax = 0.054 **NAME** **687.42** 28.67

Nivel de la cresta vertedora:	688.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	686.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	687.42	m.s.n.m.
QMAX _{DISEÑO} =	0.22	m ³ /S
QMAX _{SALIDA} =	0.05	m ³ /S
Gasto regulado:	0.17	m ³ /S
	75.93	%
Volumen =	34.18	m ³
Área de inundación =	28.67	m ²

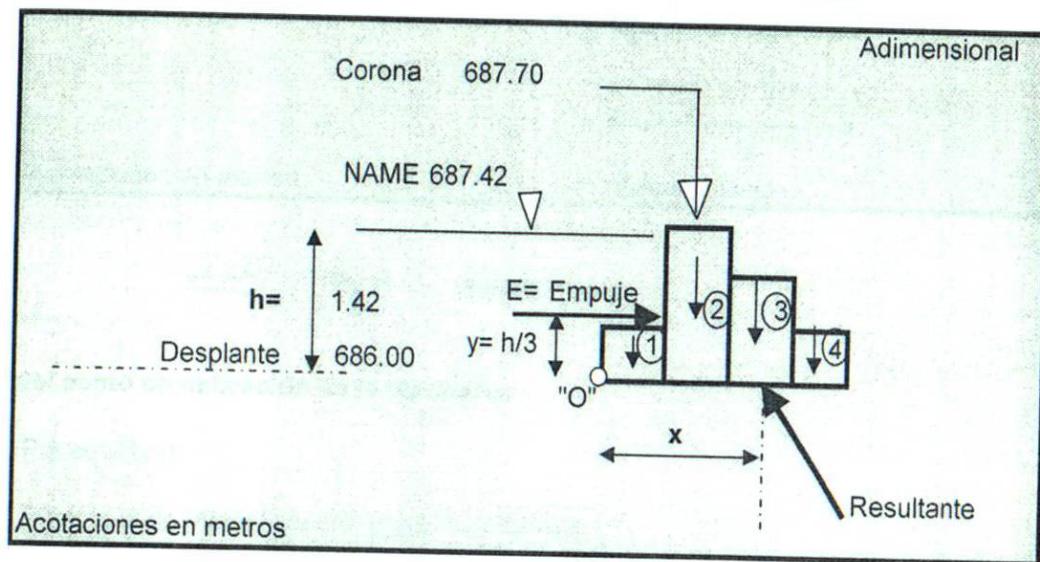
Conclusiones: **La estructura no necesita vertedor**

Cálculo estructural

Estructura de control No. 6

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo Libre =	0.28	Unidad m
Ancho Gavión (a)=	1	m
No. De bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura

$$E = 1.01 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

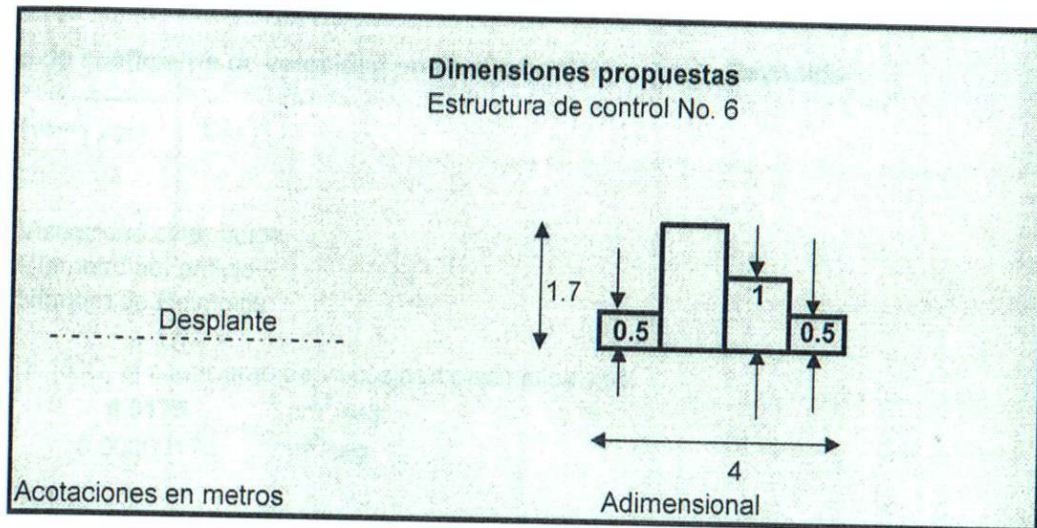
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= R_x \\ \Rightarrow R_x &= 1.01 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = R_y$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 5.9275 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 11.7732$$

$$x = 1.9862 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta

Por lo tanto: La estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico

Aplicando la ec. de Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía
g Constante de gravedad
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde


- ν** = Viscosidad cinématica
D = Diámetro del orificio
Re = Número de Reynolds

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\begin{aligned} \nu &= 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg} \\ \nu &= 0.00000175 \text{ m}^2/\text{seg} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.43E+05$$


 Por lo tanto $Cv = 0.98$
 $V = 4.17 \text{ m/s}$

De la ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} ay &= -g \\ Vy &= -gt + V_{0y} \\ y &= -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} ax &= 0 \\ Vx &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$V_{0y} = \text{cero}$

$x_0 = \text{cero}$

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 V_y &= -gt \\
 y &= -1/2 gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 V_x &= V_{0x} \\
 x &= V_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 V_{0x} &= 4.17 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

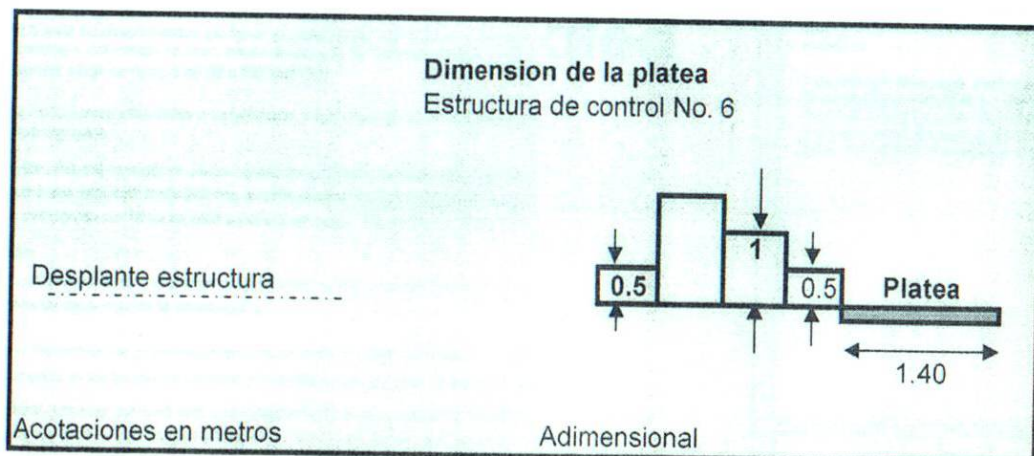
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

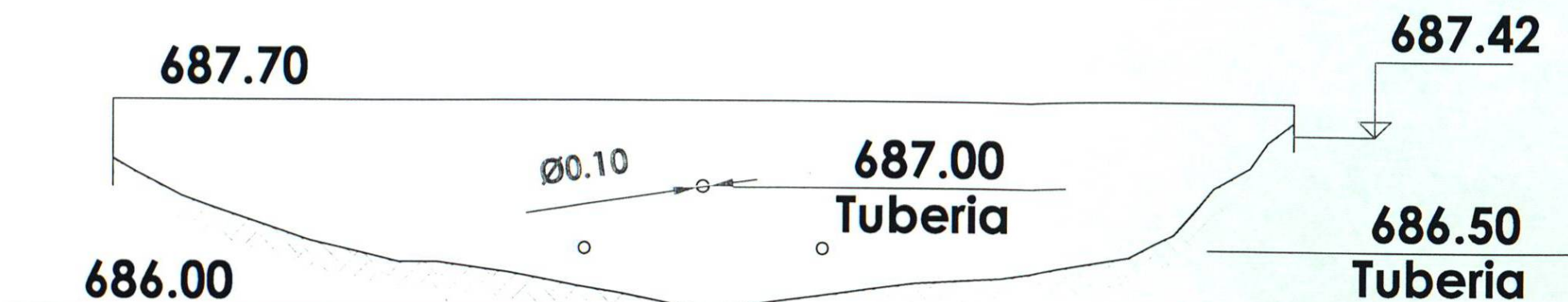
Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.3327 \text{ m}$$

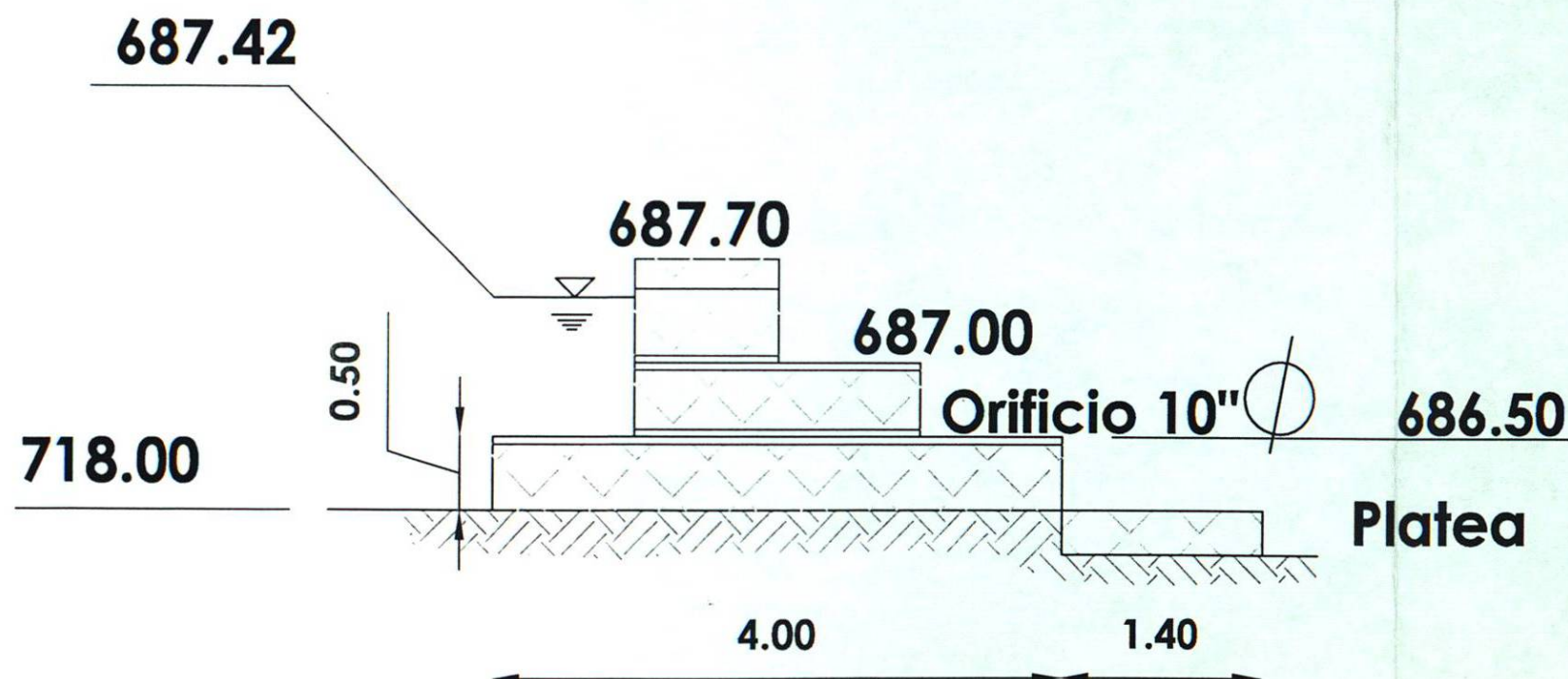
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.40 \text{ m}$$





VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm²

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torción, y las torciones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por los general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

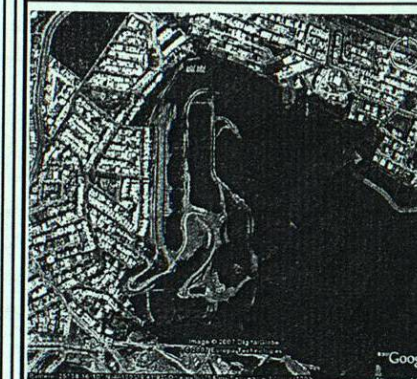
Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura. El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.



Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	○
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	≡

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

Acotaciones:

Metros.

6

Estructura de Control No 6
Balcones del Campestre



Estructura de control No. 7

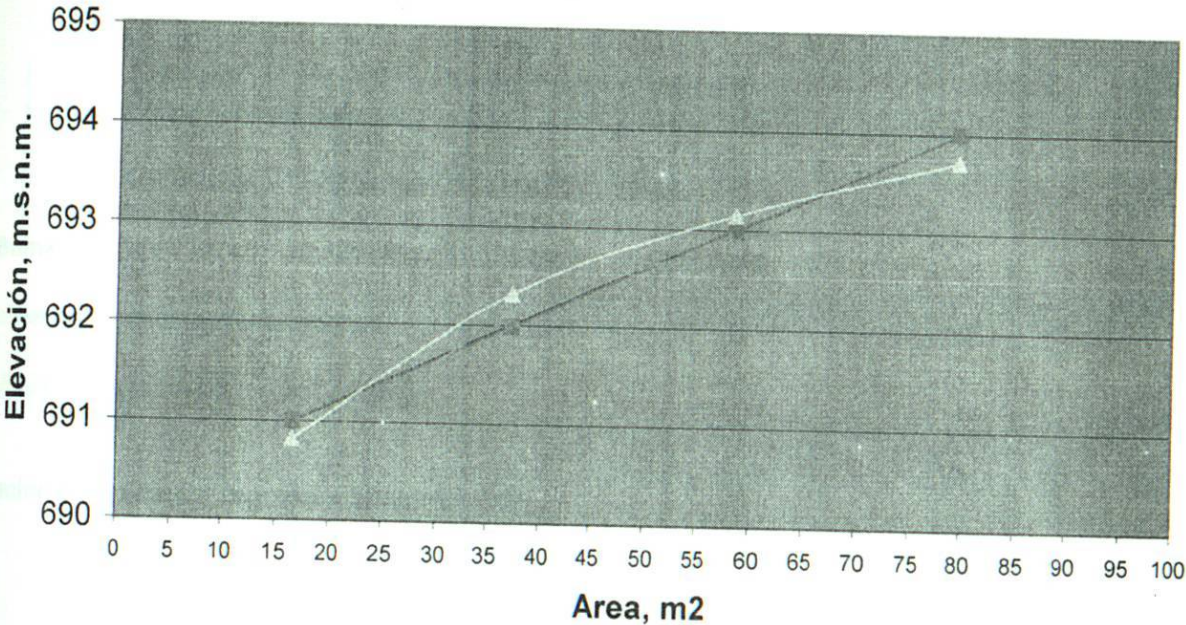


ESTRUCTURA DE CONTROL No. 7
Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E Ajuste Recta	E Ajuste Regres.	E Ajuste curva ojo
0	690	-	-	-
16.52	691	691.006178	690.819136	690.6175891
37.21	692	691.989465	692.3143788	692.0771715
58.53	693	693.002693	693.1498772	692.8927116
79.55	694	694.001663	693.7164349	693.4457222

Estructura de control No. 7

Real Ajuste Linea Ajuste curva Ajuste a ojo



Regresión lineal

i	Área (m ²) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x*y	x ²
1	16.52	691	11415.32	272.9104
2	37.21	692	25749.32	1384.5841
3	58.53	693	40561.29	3425.7609
4	79.55	694	55207.7	6328.2025
Suma	191.81	2770.00	132933.63	11411.46

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
690.2210697	0.047524745

Resolviendo matricialmente

4	191.81	2770	1	47.9525	692.5
191.81	11411.46	132933.63	0	1	0.047525
1	47.9525	692.5			
0	-11.5410504	-0.54848548			

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$x=Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area)i	LnEi	Ln(Area)i*LnE	(Ln(Area)i) ²
1	2.80457177	6.53813982	18.3366824	7.865622802
2	3.61657754	6.53958596	23.6509197	13.07963312
3	4.06953944	6.54103	26.6189796	16.56115128
4	4.37638575	6.54247196	28.6323811	19.15275227
Suma	14.8670745	26.1612277	97.2389627	56.65915948

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.53041	0.00266	685.67954

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

4	14.8670745	26.1612277
14.8670745	56.6591595	97.2389627
1	3.71676863	6.54030693
-1	-3.81104968	-6.54055797
1	3.71676863	6.54030693
0	-0.09428105	-0.00025104
1	3.71676863	6.54030693
0	1	0.00266268

$$b = 0.00266268$$

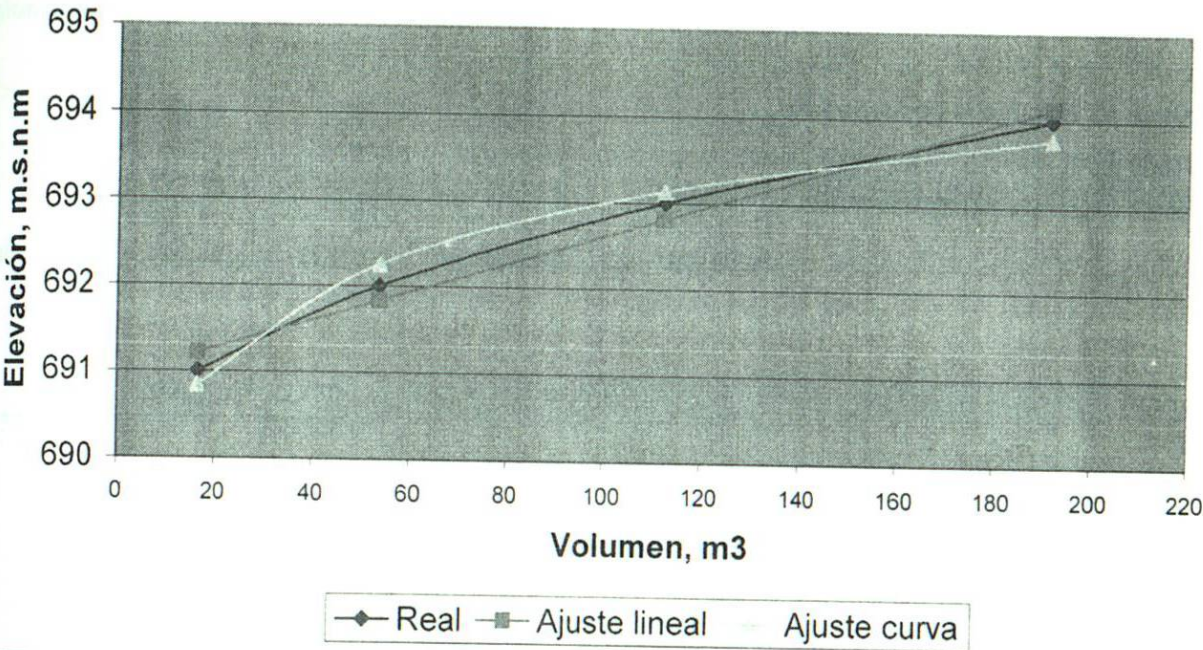
$$A = 6.53041038$$

$$a = 685.67954$$

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 7
Determinación de la curva Volumen vs Elevación

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E AjusteForm	Vol por curva (m ³)
0	0.0	690	-	-	-
16.52	16.52	691	691.22	690.84	16.52
37.21	53.73	692	691.84	692.25	37.21
58.53	112.26	693	692.81	693.13	58.53
79.55	191.81	694	694.14	693.78	79.55

Estructura de control No. 7



i	Vol (m3) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x LnVi	y LnEi	x*y LnVi*LnEi	x ² (LnVi) ²
1	16.52	691	2.804571768	6.538139824	18.33668237	7.865622802
2	53.73	692	3.983971505	6.539585956	26.0535241	15.87202895
3	112.26	693	4.72081761	6.541029999	30.8790096	22.2861189
4	191.81	694	5.256505299	6.542471961	34.39053853	27.63084796
Suma			16.76586618	26.16122774	109.6597546	73.65461861

$E = aV^b$	Haciendo:	Resolviendo el sistema de ecuaciones:		
$\ln E = \ln a + b \ln V$	$y = \ln E$		A	b
$n = 4$	$x = \ln V$		6.533062483	0.001728381
	$A = \ln a$			a
				687.5004483

Resolviendo matricialmente

4	16.7658662	26.16122774
16.7658662	73.6546186	109.6597546

1	4.19146655	6.540306935
-1	-4.39312934	-6.54065548

1	4.19146655	6.540306935
0	-0.20166279	-0.00034855

1	4.19146655	6.540306935
0	1	0.001728381

$$b = 0.001728381$$

$$A = 6.533062483$$

$$a = 687.5004483$$

Regresión lineal

	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	
i	Xi	Yi	x*y
1	16.52	691	11415.32
2	53.73	692	37181.16
3	112.26	693	77796.18
4	191.81	694	133116.14
Suma	374.32	2770.00	259508.80

x ²
272.9104
2886.9129
12602.3076
36791.0761
52553.21

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
690.9396517	0.01667395

4	374.32	2770
374.32	52553.21	259508.8

1	93.58	692.5
0	1	0.016674

1	93.58	692.5
0	-46.8164709	-0.78061552

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC7
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q_{TR20} (m ³ /s)	dt (min)
0.977	1.575	4.205	0.231	0.16

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para $0 < t < t_p$

$$Q = bt$$

$$b = 0.1464$$

Entonces $Q = 0.1464 \quad t$

$$dt = 0.160000$$

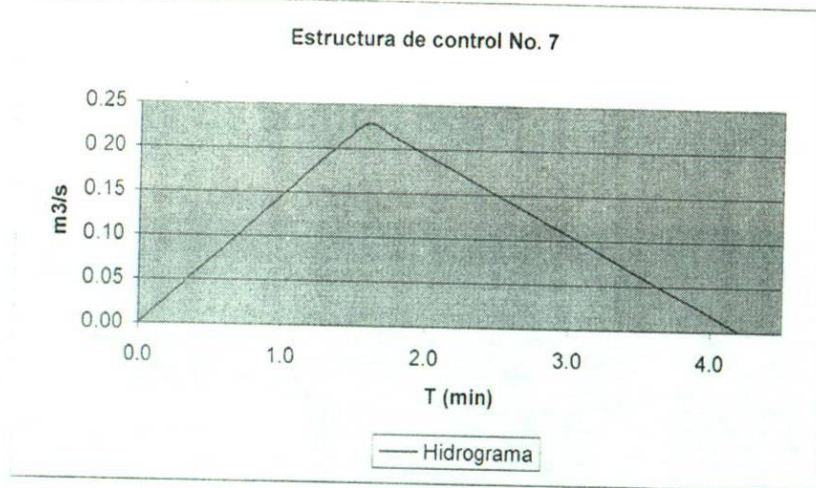
t (hr)	Q (m ³ /s)
0.00	0.000
0.16	0.023
0.32	0.047
0.48	0.070
0.64	0.094
0.80	0.117
0.96	0.141
1.12	0.164
1.28	0.187
1.44	0.211
1.60	0.228
1.76	0.214
1.92	0.200
2.08	0.186
2.24	0.172
2.40	0.158
2.56	0.144
2.72	0.130
2.88	0.116
3.04	0.102
3.20	0.088
3.36	0.074
3.52	0.060
3.68	0.046
3.84	0.032
4.00	0.018
4.16	0.004
4.20	0.000
Qmax	0.228

Ecuación de la recta para el dominio:
para $t_p < t < t_b$
 $Q = a - mt$

$$m = 0.0877$$

$$a = 0.3686$$

Entonces $Q = 0.3686 - 0.0877 t$



Nota:

- a) Las unidades de gastos estan en m³/seg
- b) Las unidades de tiempo estan en hrs.
- c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico $t_p = \sqrt{t_c + 0.6t_c}$
- d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $t_b = 2.67t_p$

Tránsito de una avenida de un TR= 20 años en el embalse de la estructura No. 7

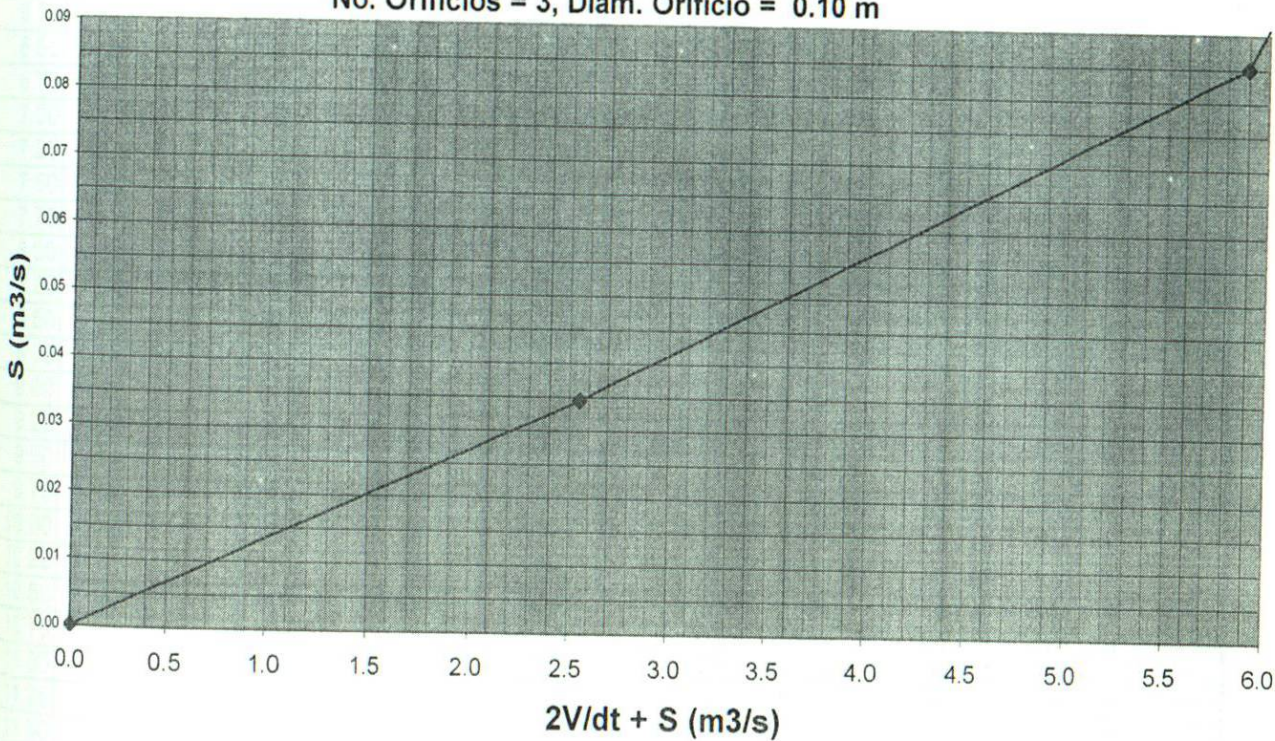
a) Curva (2V/dT) + S contra S
min segundos
dt= 0.25 15

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. ,b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
692.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	690.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2° lecho	691.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m³)	2V/dt + S (m³/s)	S (m³/s)
690.00	0.00	0.000	0.000
691.00	18.87	2.551	0.034
692.00	43.57	5.894	0.085
693.00	100.47	13.943	0.548
694.00	231.39	32.217	1.365

Estructura de control No. 7

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1 t min	2 i	3 I_i m^3/s	4 $I_i + I_{i+1}$ m^3/s	5 $2V_i/dt - S_i$ m^3/s	6 $2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$ m^3/s	7 S_i m^3/s	8 V_i m^3	9 E_i m	10 A_i m^2
0.00	0	0.00	0.023	0.000	0.023	0.000	0.00	690.00	0.00
0.25	1	0.02	0.070	0.023	0.094	0.000	0.18	690.94	15.18
0.50	2	0.05	0.117	0.092	0.209	0.001	0.70	690.95	15.36
0.75	3	0.07	0.164	0.203	0.367	0.003	1.54	690.97	15.66
1.00	4	0.09	0.211	0.357	0.568	0.005	2.71	690.98	16.07
1.25	5	0.12	0.258	0.554	0.811	0.007	4.20	691.01	16.60
1.50	6	0.14	0.305	0.789	1.094	0.011	6.00	691.04	17.23
1.75	7	0.16	0.351	1.066	1.417	0.014	8.10	691.07	17.96
2.00	8	0.19	0.398	1.379	1.777	0.019	10.49	691.11	18.80
2.25	9	0.21	0.439	1.729	2.169	0.024	13.15	691.16	19.73
2.50	10	0.23	0.443	2.111	2.553	0.029	16.05	691.21	20.75
2.75	11	0.21	0.415	2.485	2.900	0.034	18.89	691.25	21.75
3.00	12	0.20	0.387	2.820	3.206	0.040	21.45	691.30	22.65
3.25	13	0.19	0.359	3.118	3.477	0.044	23.72	691.34	23.44
3.50	14	0.17	0.330	3.381	3.711	0.048	25.72	691.37	24.14
3.75	15	0.16	0.302	3.607	3.910	0.052	27.45	691.40	24.75
4.00	16	0.14	0.274	3.800	4.074	0.055	28.91	691.42	25.26
4.25	17	0.13	0.246	3.962	4.208	0.056	30.14	691.44	25.69
4.50	18	0.12	0.218	4.090	4.309	0.059	31.12	691.46	26.04
4.75	19	0.10	0.190	4.187	4.377	0.061	31.86	691.47	26.30
5.00	20	0.09	0.162	4.253	4.415	0.062	32.36	691.48	26.47
5.25	21	0.07	0.134	4.289	4.423	0.063	32.64	691.48	26.57
5.50	22	0.06	0.106	4.297	4.403	0.063	32.70	691.48	26.59
5.75	23	0.05	0.078	4.279	4.357	0.062	32.56	691.48	26.54
6.00	24	0.03	0.050	4.235	4.285	0.061	32.22	691.48	26.43
6.25	25	0.02	0.022	4.165	4.187	0.060	31.69	691.47	26.24
6.50	26	0.00	0.004	4.069	4.073	0.059	30.96	691.46	25.98
6.75	27	0.00	0.000	3.961	3.961	0.056	30.13	691.44	25.69
7.00	28	0.00	0.000	3.851	3.851	0.055	29.29	691.43	25.40
7.25	29	0.00	0.000	3.743	3.743	0.054	28.48	691.41	25.11
7.50	30	0.00	0.000	3.639	3.639	0.052	27.68	691.40	24.83
7.75	31	0.00	0.000	3.537	3.537	0.051	26.91	691.39	24.56
8.00	32	0.00	0.000	3.439	3.439	0.049	26.16	691.38	24.30
8.25	33	0.00	0.000	3.343	3.343	0.048	25.43	691.36	24.04
8.50	34	0.00	0.000	3.251	3.251	0.046	24.73	691.35	23.80
8.75	35	0.00	0.000	3.161	3.161	0.045	24.04	691.34	23.56
9.00	36	0.00	0.000	3.077	3.077	0.042	23.39	691.33	23.33
9.25	37	0.00	0.000	2.995	2.995	0.041	22.77	691.32	23.11
9.50	38	0.00	0.000	2.913	2.913	0.041	22.15	691.31	22.89
9.75	39	0.00	0.000	2.833	2.833	0.040	21.55	691.30	22.68
10.00	40	0.00	0.000	2.755	2.755	0.039	20.95	691.29	22.47
10.25	41	0.00	0.000	2.681	2.681	0.037	20.38	691.28	22.27
10.50	42	0.00	0.000	2.609	2.609	0.036	19.84	691.27	22.08
10.75	43	0.00	0.000	2.539	2.539	0.035	19.30	691.26	21.89
11.00	44	0.00	0.000	2.471	2.471	0.034	18.79	691.25	21.71
11.25	45	0.00	0.000	2.405	2.405	0.033	18.28	691.24	21.54
11.50	46	0.00	0.000	2.341	2.341	0.032	17.80	691.24	21.36
11.75	47	0.00	0.000	2.279	2.279	0.031	17.32	691.23	21.20
12.00	48	0.00	0.000	2.217	2.217	0.031	16.86	691.22	21.04

12.25	49	0.00	0.000	2.157	2.157	0.030	16.40	691.21	20.87
12.50	50	0.00	0.000	2.099	2.099	0.029	15.96	691.21	20.72
12.75	51	0.00	0.000	2.043	2.043	0.028	15.53	691.20	20.57
13.00	52	0.00	0.000	1.989	1.989	0.027	15.12	691.19	20.42
13.25	53	0.00	0.000	1.935	1.935	0.027	14.71	691.19	20.28
13.50	54	0.00	0.000	1.883	1.883	0.026	14.32	691.18	20.14
13.75	55	0.00	0.000	1.833	1.833	0.025	13.93	691.17	20.01
14.00	56	0.00	0.000	1.783	1.783	0.025	13.56	691.17	19.88
14.25	57	0.00	0.000	1.735	1.735	0.024	13.19	691.16	19.75
14.50	58	0.00	0.000	1.687	1.687	0.024	12.83	691.15	19.62
14.75	59	0.00	0.000	1.641	1.641	0.023	12.48	691.15	19.50
15.00	60	0.00	0.000	1.597	1.597	0.022	12.14	691.14	19.38
15.25	61	0.00	0.000	1.553	1.553	0.022	11.81	691.14	19.26
15.50	62	0.00	0.000	1.511	1.511	0.021	11.49	691.13	19.15
15.75	63	0.00	0.000	1.471	1.471	0.020	11.18	691.13	19.04
16.00	64	0.00	0.000	1.431	1.431	0.020	10.88	691.12	18.94
16.25	65	0.00	0.000	1.393	1.393	0.019	10.59	691.12	18.84
16.50	66	0.00	0.000	1.355	1.355	0.019	10.30	691.11	18.74
16.75	67	0.00	0.000	1.319	1.319	0.018	10.03	691.11	18.64
17.00	68	0.00	0.000	1.283	1.283	0.018	9.76	691.10	18.54
17.25	69	0.00	0.000	1.249	1.249	0.017	9.49	691.10	18.45
17.50	70	0.00	0.000	1.215	1.215	0.017	9.24	691.09	18.36
17.75	71	0.00	0.000	1.183	1.183	0.016	8.99	691.09	18.28
18.00	72	0.00	0.000	1.151	1.151	0.016	8.75	691.09	18.19
18.25	73	0.00	0.000	1.121	1.121	0.015	8.52	691.08	18.11
18.50	74	0.00	0.000	1.093	1.093	0.014	8.30	691.08	18.03
18.75	75	0.00	0.000	1.065	1.065	0.014	8.09	691.07	17.96
19.00	76	0.00	0.000	1.037	1.037	0.014	7.88	691.07	17.89
19.25	77	0.00	0.000	1.009	1.009	0.014	7.67	691.07	17.81
19.50	78	0.00	0.000	0.981	0.981	0.014	7.46	691.06	17.74
19.75	79	0.00	0.000	0.955	0.955	0.013	7.26	691.06	17.67
20.00	80	0.00	0.000	0.929	0.929	0.013	7.06	691.06	17.60
20.25	81	0.00	0.000	0.903	0.903	0.013	6.87	691.05	17.53
20.50	82	0.00	0.000	0.879	0.879	0.012	6.68	691.05	17.46
20.75	83	0.00	0.000	0.855	0.855	0.012	6.50	691.05	17.40
21.00	84	0.00	0.000	0.831	0.831	0.012	6.32	691.05	17.34
21.25	85	0.00	0.000	0.809	0.809	0.011	6.15	691.04	17.28
21.50	86	0.00	0.000	0.787	0.787	0.011	5.98	691.04	17.22
21.75	87	0.00	0.000	0.765	0.765	0.011	5.82	691.04	17.16
22.00	88	0.00	0.000	0.745	0.745	0.010	5.66	691.03	17.11
22.25	89	0.00	0.000	0.725	0.725	0.010	5.51	691.03	17.05
22.50	90	0.00	0.000	0.705	0.705	0.010	5.36	691.03	17.00
22.75	91	0.00	0.000	0.687	0.687	0.009	5.22	691.03	16.95
23.00	92	0.00	0.000	0.669	0.669	0.009	5.08	691.02	16.90
23.25	93	0.00	0.000	0.651	0.651	0.009	4.95	691.02	16.86
23.50	94	0.00	0.000	0.633	0.633	0.009	4.81	691.02	16.81
23.75	95	0.00	0.000	0.617	0.617	0.008	4.69	691.02	16.76
24.00	96	0.00	0.000	0.601	0.601	0.008	4.57	691.02	16.72
24.25	97	0.00	0.000	0.585	0.585	0.008	4.45	691.01	16.68
24.50	98	0.00	0.000	0.569	0.569	0.008	4.33	691.01	16.64
24.75	99	0.00	0.000	0.555	0.555	0.007	4.21	691.01	16.60
25.00	100	0.00	0.000	0.541	0.541	0.007	4.11	691.01	16.56
25.25	101	0.00	0.000	0.527	0.527	0.007	4.00	691.01	16.53
25.50	102	0.00	0.000	0.513	0.513	0.007	3.90	691.00	16.49

Qmax = 0.063 NAME 691.48 26.59

Nivel de la cresta vertedora:	692.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	690.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	691.48	m.s.n.m.
$Q_{MAX_{DISEÑO}} =$	0.23	m ³ /S
$Q_{MAX_{SALIDA}} =$	0.06	m ³ /S
Gasto regulado:	0.17	m ³ /S
	72.41	%
Volumen =	32.70	m ³
Área de inundación =	26.59	m ²

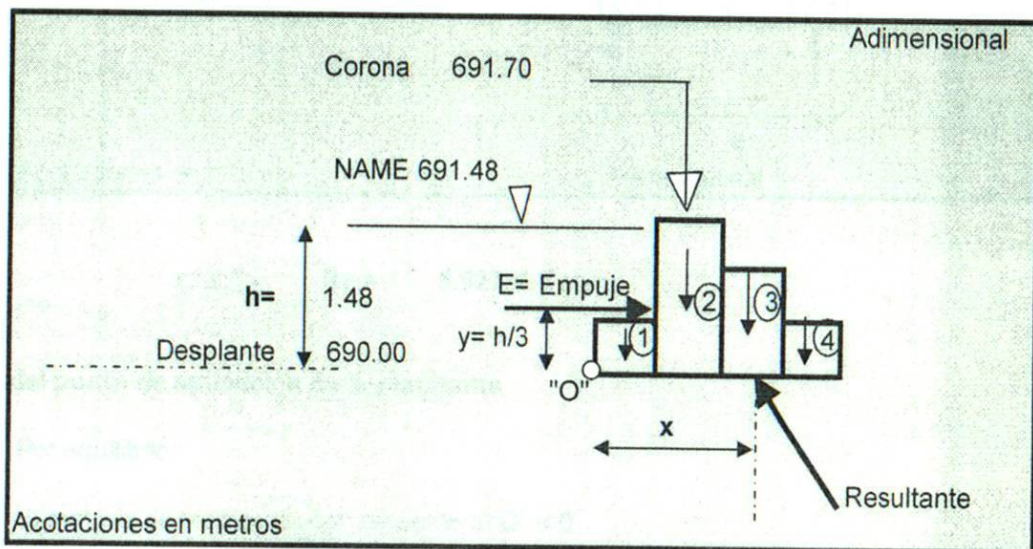
Conclusiones: La estructura no necesita vertedor

Cálculo estructural

Estructura de control No. 7

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
		Unidad
Bordo Libre =	0.22	m
Ancho Gavión (a)=	1	m
No. De bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura

$$E = 1.10 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

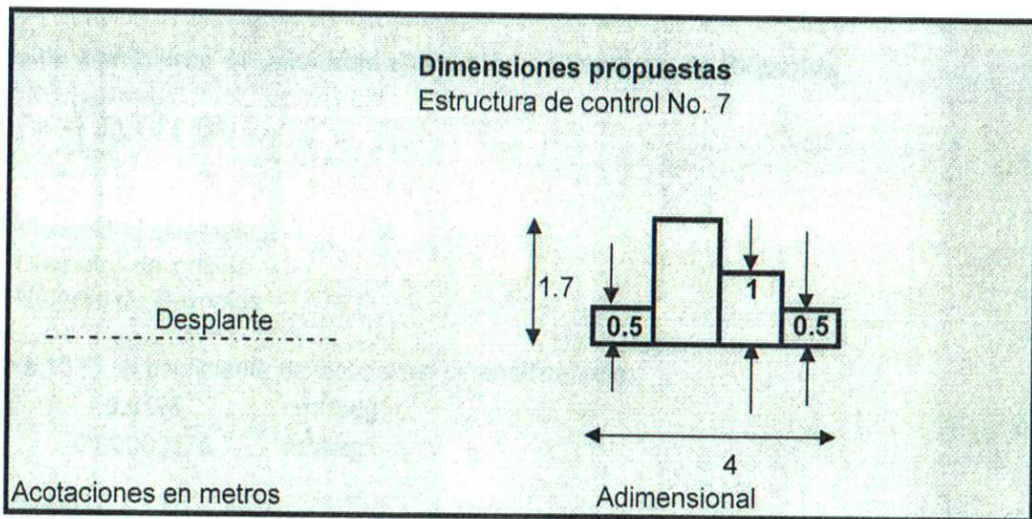
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= Rx \\ \Rightarrow Rx &= 1.10 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = Ry$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 5.92786 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 11.8375$$

$$x = 1.99692 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta

Por lo tanto: La Estructura es Correcta

5.- Cálculo de la platea

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico

Aplicando la ec. De Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

Donde:

V	Velocidad a la salida del orificio
Cv	Coefficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía
g	Constante de gravedad
H	Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde


ν	= Viscosidad cinemática
D	= Diámetro del orificio
Re	= Número de Reynolds

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

ν	=	0.0175	cm ² /seg
ν	=	0.00000175	m ² /seg

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.51E+05$$

 Por lo tanto	$Cv =$	0.98
	$V =$	4.31 m/s

De la ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} ay &= -g \\ Vy &= -gt + V_{0y} \\ y &= -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} ax &= 0 \\ Vx &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

V_{0y} = cero

x_0 = cero

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 V_y &= -gt \\
 y &= -1/2 gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 V_x &= V_{0x} \\
 x &= V_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 V_{0x} &= 4.31 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

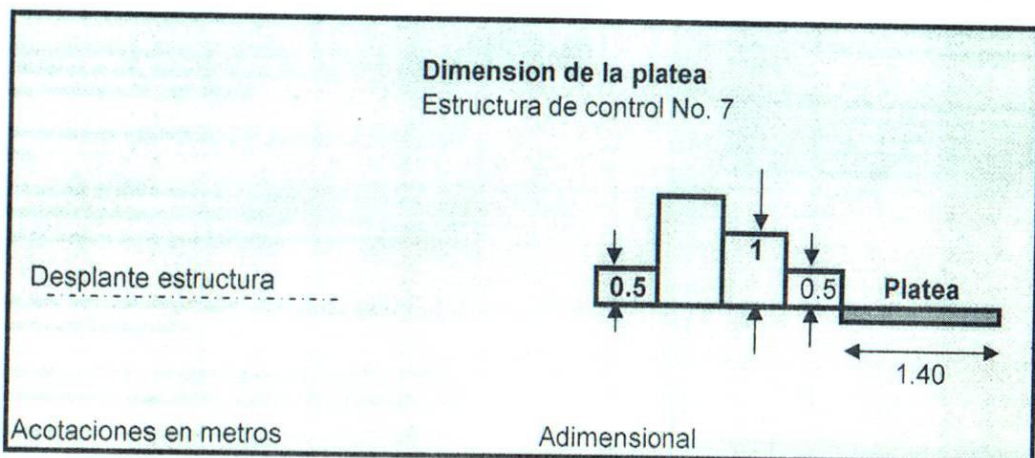
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.3754 \text{ m}$$

Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.40 \quad \text{m}$$





Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	○
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	▽

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectada por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

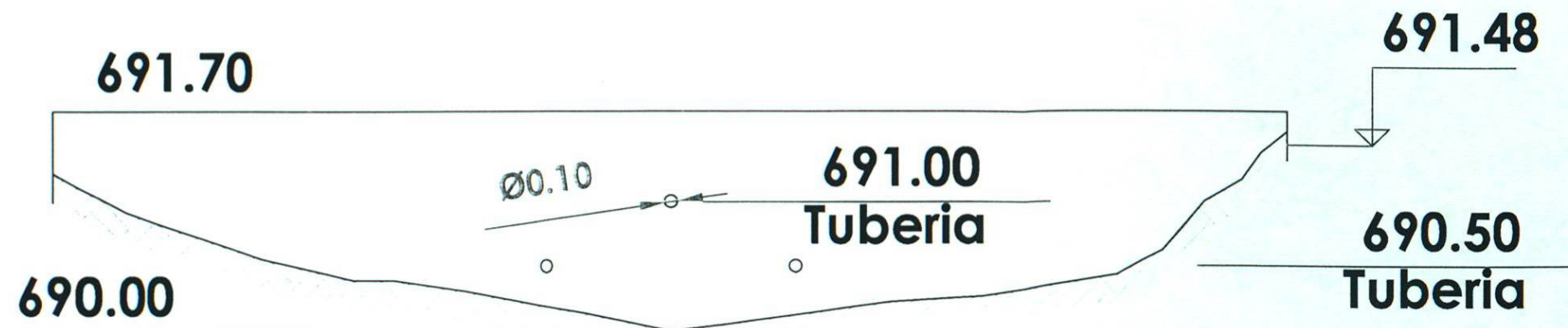
0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

Acotaciones:

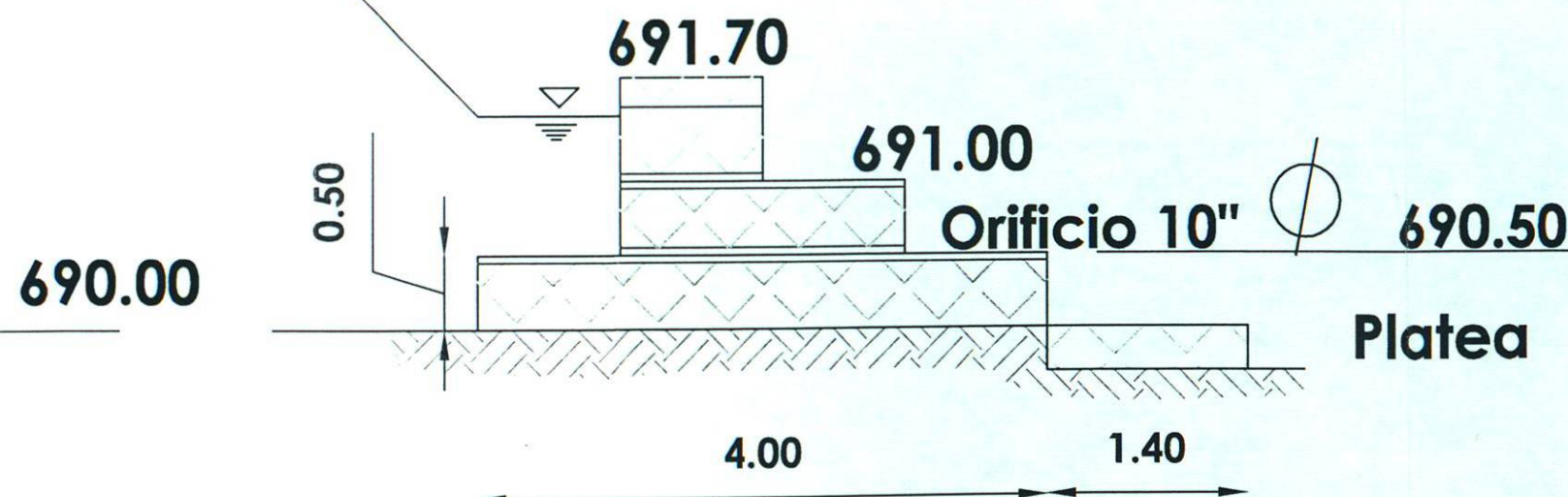
Metros.

7



VISTA FRONTAL

691.48



VISTA LATERAL

Estructura de Control No 7
Balcones del Campestre

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac.

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm².

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torsión, y las torsiones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros.

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por lo general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm.

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura.

El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.

Estructura de control No. 8

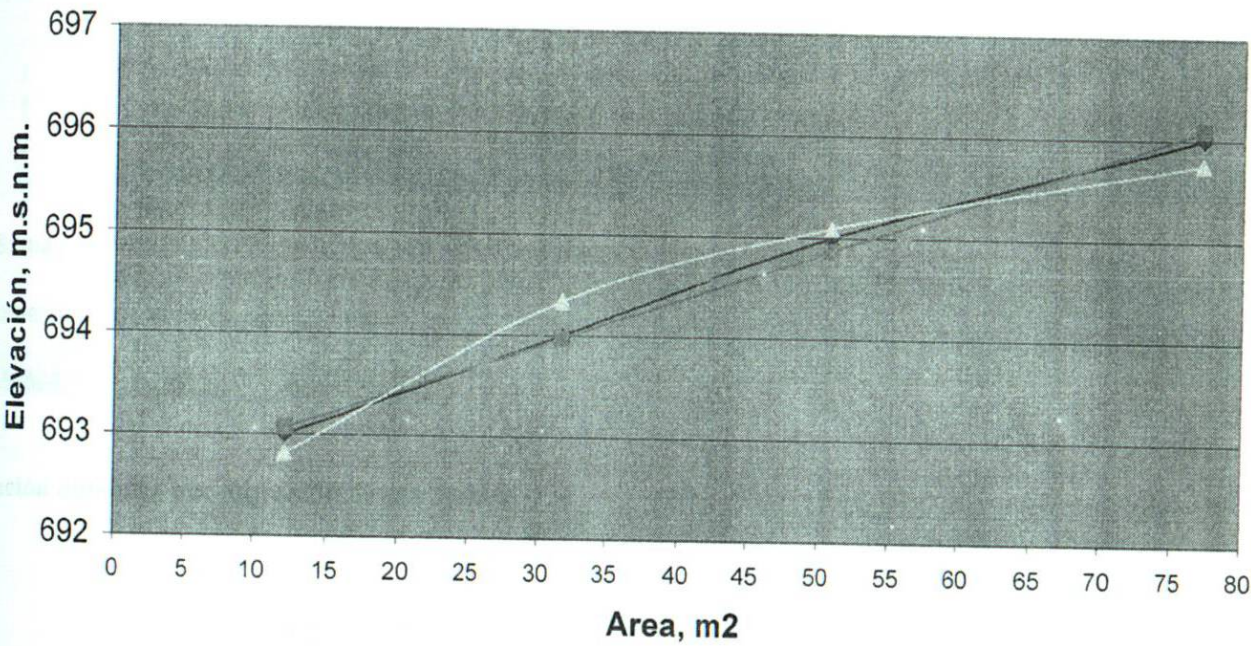
Estructura de control No. 8

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 8
Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m²)	E (m.s.n.m)	E Ajuste Recta	E Ajuste Regres.	E Ajuste curva ojo
0	692	-	-	-
12.15	693	693.0705459	692.8170913	692.5666009
31.69	694	693.9763845	694.3380606	694.0953574
50.89	695	694.8664613	695.0907804	694.8519378
77.21	696	696.0866083	695.7539078	695.5184701

Estructura de control No. 8

Real Ajuste Linea Ajuste curva Ajuste a ojo



Regresión lineal

	Área (m²)	E (m.s.n.m)		
i	Xi	Yi	x*y	x²
1	12.15	693	8419.95	147.6225
2	31.69	694	21992.86	1004.2561
3	50.89	695	35368.55	2589.7921
4	77.21	696	53738.16	5961.3841
Suma	171.94	2778.00	119519.52	9703.05

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
692.5072942	0.046358168

Resolviendo matricialmente

4	171.94	2778	1	42.985	694.5
171.94	9703.05	119519.52	0	1	0.046358
1	42.985	694.5			
0	-13.4477952	-0.62341514			

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$x=Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area) _i	LnE _i	Ln(Area) _i *LnE _i	(Ln(Area) _i) ²
1	2.49732917	6.541029999	16.33510502	6.236652982
2	3.456001174	6.542471961	22.61079077	11.94394411
3	3.929666441	6.543911846	25.71539077	15.44227833
4	4.346528982	6.54534966	28.449552	18.89231419
Suma	14.22952577	26.17276347	93.11083856	52.51518962

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.53505	0.00229	688.87061

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

4	14.22952577	26.17276347
14.22952577	52.51518962	93.11083856
1	3.557381442	6.543190866
-1	-3.69057905	-6.543495552
1	3.557381442	6.543190866
0	-0.1331976	-0.000304686
1	3.557381442	6.543190866
0	1	0.002287471

$$b = 0.002287471$$

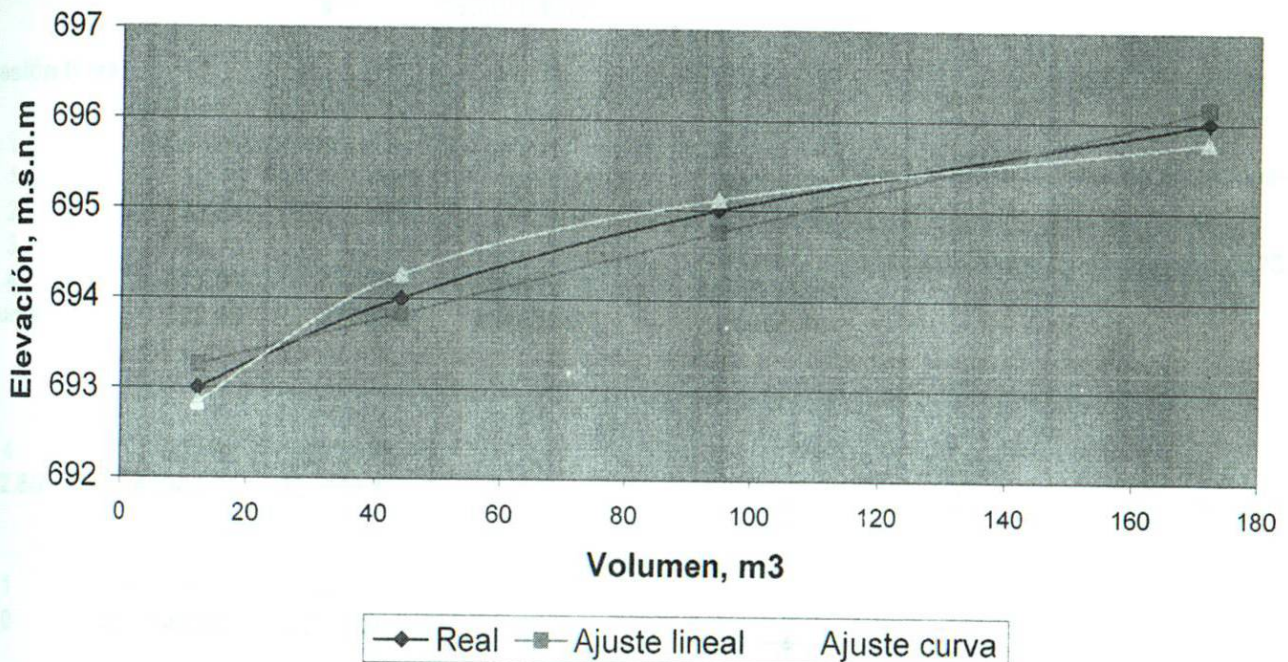
$$A = 6.535053461$$

$$a = 688.8706102$$

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 8 **Determinación de la curva Volumen vs Elevación**

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E AjusteForm	Vol por curva (m ³)
0	0.0	692	-	-	-
12.15	12.15	693	693.25	692.84	12.15
31.69	43.84	694	693.83	694.26	31.69
50.89	94.73	695	694.76	695.12	50.89
77.21	171.94	696	696.16	695.78	77.21

Estructura de control No. 8



	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
i	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	12.15	693	2.49732917	6.541029999	16.33510502	6.236652982
2	43.84	694	3.780546643	6.542471961	24.7341204	14.29253292
3	94.73	695	4.55103074	6.543911846	29.78154397	20.7118808
4	171.94	696	5.147145579	6.54534966	33.68986757	26.49310761
Suma			15.97605213	26.17276347	104.540637	67.7341743

$$E = aV^b$$

$$\ln E = \ln a + b \ln V$$

n = 4

Haciendo:
 $y = \ln E$
 $x = \ln V$
 $A = \ln a$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.536802899	0.001599386	690.0768013

Resolviendo matricialmente

$$\begin{vmatrix} 4 & 15.9760521 & 26.17276347 \\ 15.9760521 & 67.7341743 & 104.540637 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 3.99401303 & 6.543190866 \\ -1 & -4.23973168 & -6.543583865 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 3.99401303 & 6.543190866 \\ 0 & -0.24571864 & -0.000392999 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 3.99401303 & 6.543190866 \\ 0 & 1 & 0.001599386 \end{vmatrix}$$

$$b = 0.001599386$$

$$A = 6.536802899$$

$$a = 690.0768013$$

Regresión lineal

	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	
i	Xi	Yi	x*y
1	12.15	693	8419.95
2	43.84	694	30424.96
3	94.73	695	65837.35
4	171.94	696	119670.24
Suma	322.66	2778.00	224352.50

$$\begin{matrix} x^2 \\ 147.6225 \\ 1921.9456 \\ 8973.7729 \\ 29563.3636 \\ 40606.70 \end{matrix}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$\begin{matrix} A & b \\ 693.0330805 & 0.018185328 \end{matrix}$$

$$\begin{vmatrix} 4 & 322.66 & 2778 \\ 322.66 & 40606.70 & 224352.5 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 80.665 & 694.5 \\ 0 & 1 & 0.018185328 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 80.665 & 694.5 \\ 0 & -45.1848252 & -0.82170086 \end{vmatrix}$$

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC8
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q_{TR20} (m ³ /s)	dt (min)
2.831	3.381	9.027	0.547	0.34

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para $0 < t < t_p$

$$Q = bt$$

$$b = 0.1619$$

Entonces $Q = 0.1619 \quad t$

$$dt = 0.34$$

t (hr)	Q (m ³ /s)
0.00	0.000
0.34	0.055
0.68	0.110
1.02	0.165
1.36	0.220
1.70	0.275
2.04	0.330
2.38	0.385
2.72	0.440
3.06	0.495
3.40	0.546
3.74	0.513
4.08	0.480
4.42	0.447
4.76	0.414
5.10	0.381
5.44	0.348
5.78	0.315
6.12	0.282
6.46	0.249
6.80	0.216
7.14	0.183
7.48	0.150
7.82	0.117
8.16	0.084
8.50	0.051
8.84	0.018
9.03	0.000
Qmax	0.546

Ecuación de la recta para el dominio:

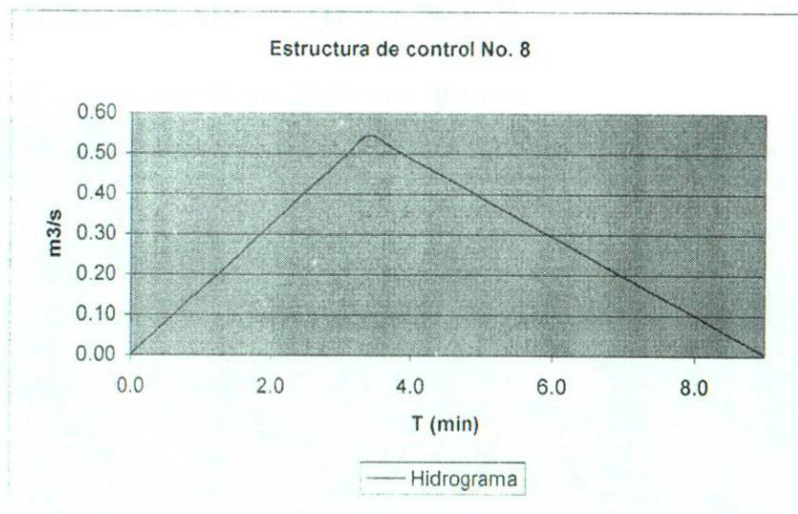
para $t_p < t < t_b$

$$Q = a - mt$$

$$m = 0.0969$$

$$a = 0.8751$$

Entonces $Q = 0.8751 - 0.0969 \quad t$



Nota:

- a) Las unidades de gastos estan en m³/seg
- b) Las unidades de tiempo estan en hrs.
- c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico. $t_p = \sqrt{t_c} + 0.6t_c$
- d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $t_b = 2.67t_p$

Tránsito de una avenida de un TR= 20 años en el embalse de la estructura No. 8

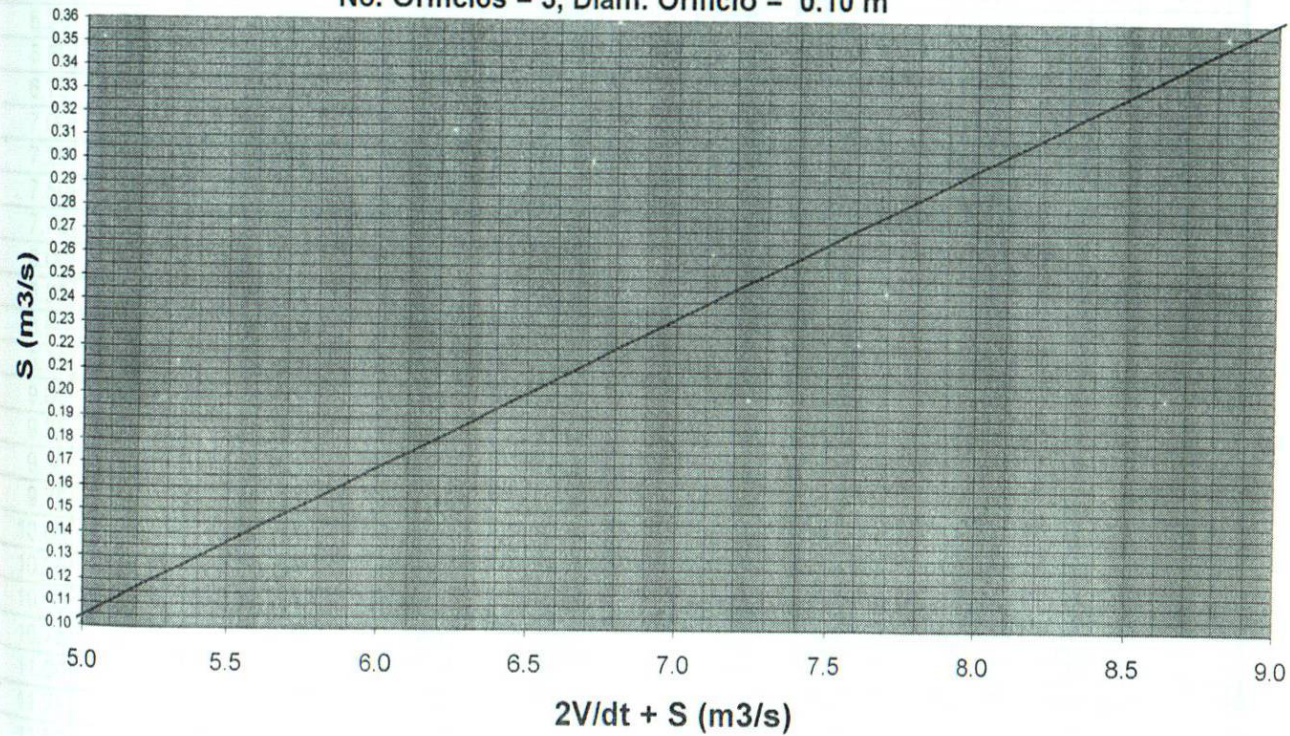
a) Curva $(2V/dT) + S$ contra S
min segundos
dt= 0.25 15

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. , b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
694.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	692.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2° lecho	693.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m³)	2V/dt + S (m³/s)	S (m³/s)
692.00	0.00	0.000	0.000
693.00	14.05	1.908	0.034
694.00	34.62	4.701	0.085
695.00	85.18	11.906	0.548
696.00	209.30	29.272	1.365

Estructura de control No. 8

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	i	I_i	$I_i + I_{i+1}$	$2V_i/dt - S_i$	$2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$	S_i	V_i	E_i	A_i
min		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³	m	m ²
0.00	0	0.00	0.055	0.000	0.055	0.000	0.00	692.00	0.00
0.25	1	0.06	0.165	0.053	0.218	0.001	0.41	693.04	11.50
0.50	2	0.11	0.275	0.210	0.485	0.004	1.61	693.06	11.97
0.75	3	0.17	0.385	0.467	0.853	0.009	3.57	693.10	12.74
1.00	4	0.22	0.495	0.823	1.318	0.015	6.28	693.15	13.81
1.25	5	0.28	0.605	1.270	1.875	0.024	9.71	693.21	15.15
1.50	6	0.33	0.716	1.807	2.523	0.034	13.81	693.28	16.76
1.75	7	0.39	0.826	2.433	3.259	0.045	18.59	693.37	18.63
2.00	8	0.44	0.936	3.141	4.076	0.059	24.00	693.47	20.76
2.25	9	0.50	1.041	3.932	4.973	0.072	30.03	693.58	23.12
2.50	10	0.55	1.058	4.765	5.823	0.104	36.52	693.70	25.67
2.75	11	0.51	0.992	5.511	6.503	0.156	42.50	693.81	28.02
3.00	12	0.48	0.926	6.103	7.030	0.200	47.28	693.89	29.89
3.25	13	0.45	0.860	6.566	7.426	0.232	50.98	693.96	31.34
3.50	14	0.41	0.794	6.906	7.700	0.260	53.74	694.01	32.42
3.75	15	0.38	0.728	7.144	7.873	0.278	55.67	694.05	33.18
4.00	16	0.35	0.663	7.293	7.955	0.290	56.87	694.07	33.65
4.25	17	0.31	0.597	7.367	7.964	0.294	57.46	694.08	33.88
4.50	18	0.28	0.531	7.374	7.905	0.295	57.52	694.08	33.90
4.75	19	0.25	0.465	7.323	7.788	0.291	57.10	694.07	33.74
5.00	20	0.22	0.399	7.224	7.622	0.282	56.29	694.06	33.42
5.25	21	0.18	0.333	7.078	7.411	0.272	55.13	694.04	32.97
5.50	22	0.15	0.267	6.895	7.163	0.258	53.65	694.01	32.39
5.75	23	0.12	0.201	6.677	6.878	0.243	51.90	693.98	31.70
6.00	24	0.08	0.135	6.430	6.565	0.224	49.90	693.94	30.92
6.25	25	0.05	0.069	6.157	6.226	0.204	47.71	693.90	30.06
6.50	26	0.02	0.018	5.860	5.878	0.183	45.32	693.86	29.12
6.75	27	0.00	0.000	5.558	5.558	0.160	42.89	693.81	28.17
7.00	28	0.00	0.000	5.278	5.278	0.140	40.64	693.77	27.28
7.25	29	0.00	0.000	5.034	5.034	0.122	38.67	693.74	26.51
7.50	30	0.00	0.000	4.822	4.822	0.106	36.96	693.71	25.84
7.75	31	0.00	0.000	4.638	4.638	0.092	35.48	693.68	25.26
8.00	32	0.00	0.000	4.470	4.470	0.084	34.16	693.65	24.74
8.25	33	0.00	0.000	4.308	4.308	0.081	32.92	693.63	24.26
8.50	34	0.00	0.000	4.152	4.152	0.078	31.73	693.61	23.79
8.75	35	0.00	0.000	4.002	4.002	0.075	30.58	693.59	23.34
9.00	36	0.00	0.000	3.858	3.858	0.072	29.48	693.57	22.91
9.25	37	0.00	0.000	3.718	3.718	0.070	28.41	693.55	22.49
9.50	38	0.00	0.000	3.584	3.584	0.067	27.38	693.53	22.08
9.75	39	0.00	0.000	3.454	3.454	0.065	26.39	693.51	21.70
10.00	40	0.00	0.000	3.330	3.330	0.062	25.44	693.50	21.32
10.25	41	0.00	0.000	3.210	3.210	0.060	24.53	693.48	20.96
10.50	42	0.00	0.000	3.094	3.094	0.058	23.64	693.46	20.62
10.75	43	0.00	0.000	2.982	2.982	0.056	22.79	693.45	20.28
11.00	44	0.00	0.000	2.874	2.874	0.054	21.96	693.43	19.96
11.25	45	0.00	0.000	2.770	2.770	0.052	21.17	693.42	19.65
11.50	46	0.00	0.000	2.670	2.670	0.050	20.40	693.40	19.35
11.75	47	0.00	0.000	2.574	2.574	0.048	19.67	693.39	19.06
12.00	48	0.00	0.000	2.482	2.482	0.046	18.96	693.38	18.78

12.25	49	0.00	0.000	2.392	2.392	0.045	18.28	693.37	18.51
12.50	50	0.00	0.000	2.306	2.306	0.043	17.62	693.35	18.25
12.75	51	0.00	0.000	2.222	2.222	0.042	16.98	693.34	18.00
13.00	52	0.00	0.000	2.142	2.142	0.040	16.37	693.33	17.76
13.25	53	0.00	0.000	2.064	2.064	0.039	15.77	693.32	17.53
13.50	54	0.00	0.000	1.990	1.990	0.037	15.20	693.31	17.31
13.75	55	0.00	0.000	1.918	1.918	0.036	14.66	693.30	17.09
14.00	56	0.00	0.000	1.848	1.848	0.035	14.12	693.29	16.88
14.25	57	0.00	0.000	1.782	1.782	0.033	13.61	693.28	16.68
14.50	58	0.00	0.000	1.718	1.718	0.032	13.13	693.27	16.49
14.75	59	0.00	0.000	1.656	1.656	0.031	12.65	693.26	16.31
15.00	60	0.00	0.000	1.596	1.596	0.030	12.20	693.25	16.13
15.25	61	0.00	0.000	1.538	1.538	0.029	11.75	693.25	15.95
15.50	62	0.00	0.000	1.484	1.484	0.027	11.33	693.24	15.79
15.75	63	0.00	0.000	1.430	1.430	0.027	10.93	693.23	15.63
16.00	64	0.00	0.000	1.378	1.378	0.026	10.53	693.22	15.47
16.25	65	0.00	0.000	1.328	1.328	0.025	10.15	693.22	15.32
16.50	66	0.00	0.000	1.280	1.280	0.024	9.78	693.21	15.18
16.75	67	0.00	0.000	1.234	1.234	0.023	9.43	693.20	15.04
17.00	68	0.00	0.000	1.190	1.190	0.022	9.09	693.20	14.91
17.25	69	0.00	0.000	1.146	1.146	0.022	8.76	693.19	14.78
17.50	70	0.00	0.000	1.104	1.104	0.021	8.44	693.19	14.65
17.75	71	0.00	0.000	1.064	1.064	0.020	8.13	693.18	14.53
18.00	72	0.00	0.000	1.026	1.026	0.019	7.84	693.18	14.42
18.25	73	0.00	0.000	0.988	0.988	0.019	7.55	693.17	14.31
18.50	74	0.00	0.000	0.952	0.952	0.018	7.28	693.17	14.20
18.75	75	0.00	0.000	0.918	0.918	0.017	7.01	693.16	14.09
19.00	76	0.00	0.000	0.884	0.884	0.017	6.76	693.16	13.99
19.25	77	0.00	0.000	0.852	0.852	0.016	6.51	693.15	13.90
19.50	78	0.00	0.000	0.822	0.822	0.015	6.28	693.15	13.81
19.75	79	0.00	0.000	0.792	0.792	0.015	6.05	693.14	13.72
20.00	80	0.00	0.000	0.764	0.764	0.014	5.84	693.14	13.63
20.25	81	0.00	0.000	0.736	0.736	0.014	5.63	693.14	13.55
20.50	82	0.00	0.000	0.710	0.710	0.013	5.42	693.13	13.47
20.75	83	0.00	0.000	0.684	0.684	0.013	5.23	693.13	13.39
21.00	84	0.00	0.000	0.660	0.660	0.012	5.04	693.12	13.32
21.25	85	0.00	0.000	0.636	0.636	0.012	4.86	693.12	13.25
21.50	86	0.00	0.000	0.612	0.612	0.012	4.68	693.12	13.18
21.75	87	0.00	0.000	0.590	0.590	0.011	4.51	693.12	13.11
22.00	88	0.00	0.000	0.568	0.568	0.011	4.34	693.11	13.05
22.25	89	0.00	0.000	0.548	0.548	0.010	4.19	693.11	12.98
22.50	90	0.00	0.000	0.528	0.528	0.010	4.04	693.11	12.93
22.75	91	0.00	0.000	0.510	0.510	0.009	3.89	693.10	12.87
23.00	92	0.00	0.000	0.492	0.492	0.009	3.76	693.10	12.82
23.25	93	0.00	0.000	0.474	0.474	0.009	3.62	693.10	12.76
23.50	94	0.00	0.000	0.456	0.456	0.009	3.49	693.10	12.71
23.75	95	0.00	0.000	0.440	0.440	0.008	3.36	693.09	12.66
24.00	96	0.00	0.000	0.424	0.424	0.008	3.24	693.09	12.61
24.25	97	0.00	0.000	0.408	0.408	0.008	3.12	693.09	12.57
24.50	98	0.00	0.000	0.392	0.392	0.008	3.00	693.09	12.52
24.75	99	0.00	0.000	0.378	0.378	0.007	2.89	693.09	12.48
25.00	100	0.00	0.000	0.364	0.364	0.007	2.78	693.08	12.43
25.25	101	0.00	0.000	0.350	0.350	0.007	2.68	693.08	12.39
25.50	102	0.00	0.000	0.336	0.336	0.007	2.57	693.08	12.35

$Q_{max_e} = 0.546$ $Q_{max_s} = 0.295$ **NAME** **694.08** 33.90

Nivel de la cresta vertedora:	694.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	692.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	694.08	m.s.n.m.
$Q_{MAX_{DISEÑO}} =$	0.55	m ³ /S
$Q_{MAX_{SALIDA}} =$	0.30	m ³ /S
Gasto regulado:	0.25	m ³ /S
	45.92	%
Volumen =	57.52	m ³
Área de inundación =	33.90	m ²

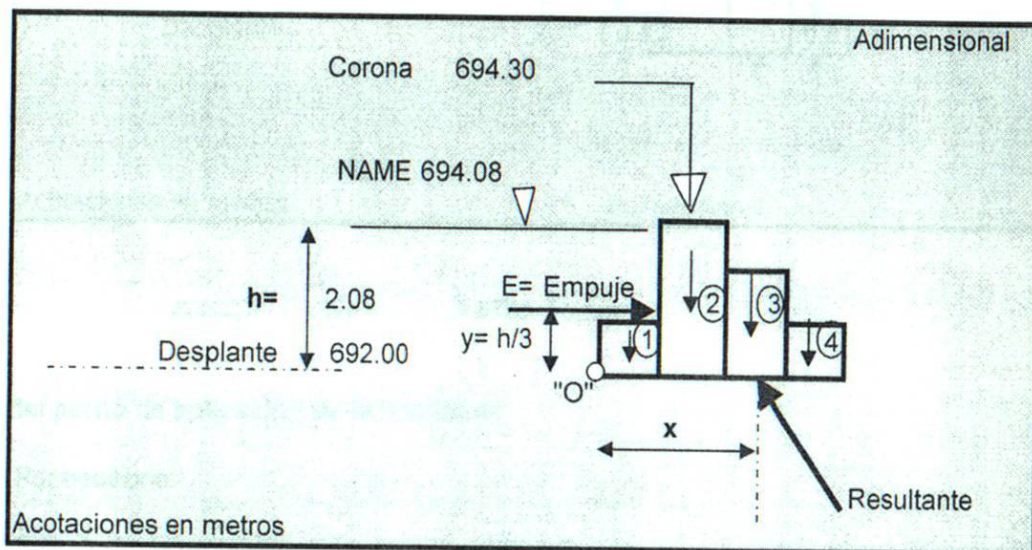
Conclusiones: Colocar vertedor al centro de la estructura
Bordo libre de cuando menos 20 cm

Cálculo estructural

Estructura de control No. 8

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo libre =	0.22	Unidad m
Ancho gavión (a)=	1	m
No. De bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura

$$E = 2.16 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

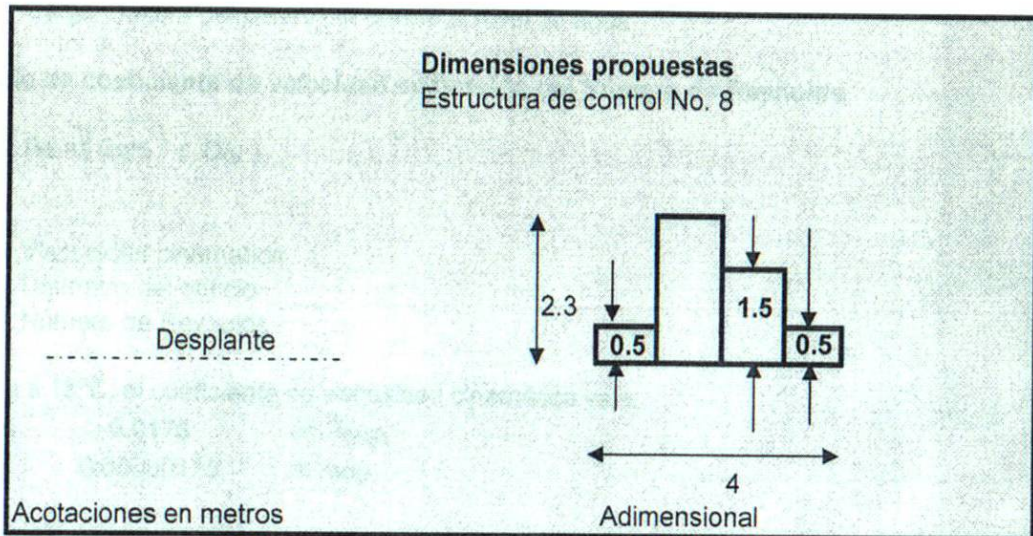
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= R_x \\ \Rightarrow R_x &= 2.16 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = R_y$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 7.6785 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 16.2155$$

$$x = 2.11181 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta.

Por lo tanto: La estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico

Aplicando la ec. de Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

Donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio.
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía.
g Constante de gravedad.
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua.

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde

- ν = Viscosidad cinématica
 D = Diámetro del orificio
 Re = Número de Reynolds

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\begin{aligned} \nu &= \mathbf{0.0175} \quad \text{cm}^2/\text{seg} \\ \nu &= 0.00000175 \quad \text{m}^2/\text{seg} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 3.18E+05$$

$$\begin{array}{lcl} \Rightarrow & Cv = & \mathbf{0.98} \\ \text{Por lo tanto} & V = & \mathbf{5.45 \text{ m/s}} \end{array}$$

De las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} ay &= -g \\ Vy &= -gt + V_0y \\ y &= -1/2 gt^2 + V_0yt + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} ax &= 0 \\ Vx &= V_0x \\ x &= V_0xt + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$V_0y = \text{cero}$

$x_0 = \text{cero}$

Entonces:

En "y"

$$a_y = -g$$

$$V_y = -gt$$

$$y = -1/2 gt^2 + y_0 \quad (1)$$

En "x"

$$a_x = 0$$

$$V_x = V_{0x}$$

$$x = V_{0x}t \quad (2)$$

Datos:

$$V_{0x} = 5.45 \quad \text{m/s}$$

$$y_0 = 0.50 \quad \text{m}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

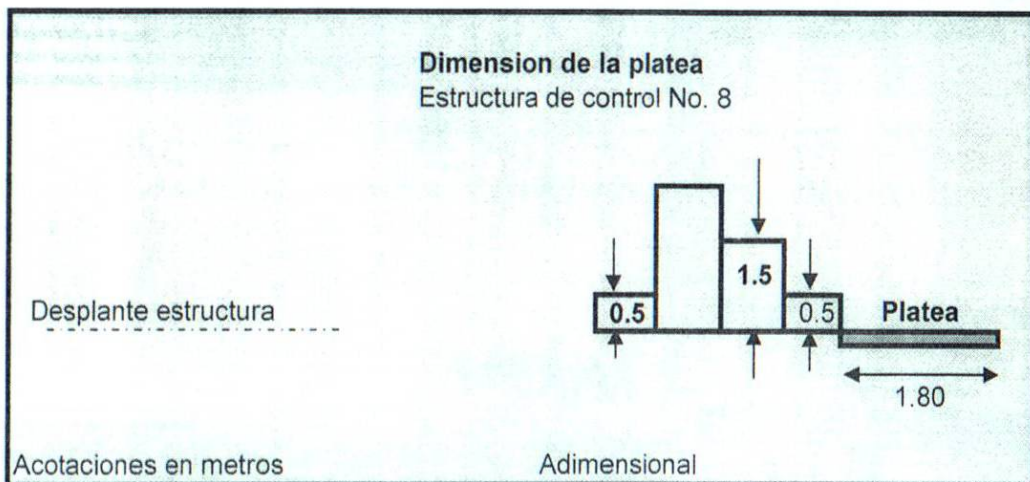
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.7416 \text{ m}$$

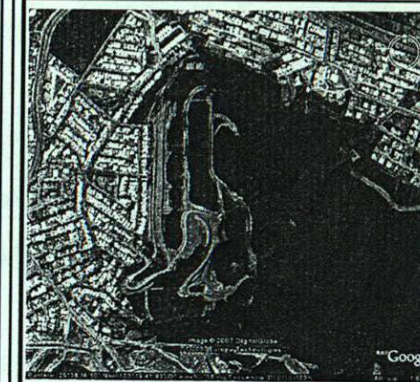
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.80 \text{ m}$$





Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	○
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	▽

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,800 kg/cm³, se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

Acotaciones:

Metros.

8

0.30

694.30

694.08

694.00

Ø0.10

693.00
Tubería

692.50
Tubería

692.00

VISTA FRONTAL

694.08

694.30

693.00

Orificio 10" φ

692.50

Platea

692.00

0.50

4.00

1.80

VISTA LATERAL

0.80

1.00

0.50

Estructura de Control No 8
Balcones del Campestre

Estructura de control No. 9

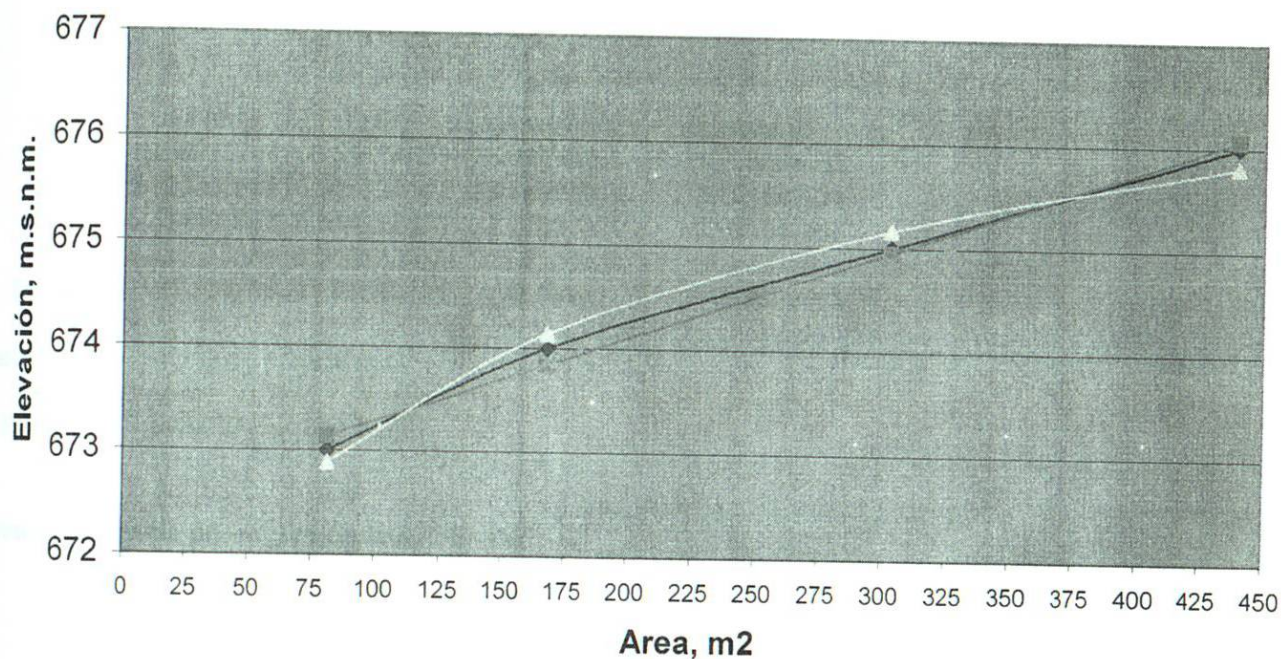
ESTRUCTURA DE CONTROL No. 9

Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E AjusRecta	E Ajus Regres.	E Ajus curva ojo
0	672	-	-	-
81.2	673	673.1363745	672.8838124	672.6535112
167.89	674	673.8448395	674.1405031	673.8761493
303.23	675	674.9508915	675.1650051	674.8728453
439.91	676	676.0678945	675.8106045	675.5009016

Estructura de control No. 9

—●— Real —■— Ajuste Linea —▲— Ajuste curva —×— Ajuste a ojo



Regresión lineal

i	Área (m ²) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x*y	x ²
1	81.20	673	54647.6	6593.4400
2	167.89	674	113157.86	28187.0521
3	303.23	675	204680.25	91948.4329
4	439.91	676	297379.16	193520.8081
Suma	992.23	2698.00	669864.87	320249.73

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A **b**
672.472776 **0.008172395**

Resolviendo matricialmente

4	992.23	2698	1	248.0575	674.5
992.23	320249.73	669864.87	0	1	0.0081724
1	248.0575	674.5			
0	-74.7000593	-0.61047842			

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$x=Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area)i	LnEi	Ln(Area)i*LnEi	(Ln(Area)i) ²
1	4.396915247	6.51174533	28.63159233	19.33286369
2	5.123309003	6.513230111	33.36929047	26.24829514
3	5.714491593	6.514712691	37.22827091	32.65541417
4	6.086570161	6.516193076	39.66126634	37.04633632
Suma	21.321286	26.05588121	138.89042	115.2829093

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.50028	0.00257	665.32682

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

4	21.321286	26.05588121
21.321286	115.2829093	138.89042
1	5.330321501	6.513970302
-1	-5.40693977	-6.51416711
1	5.330321501	6.513970302
0	-0.07661827	-0.000196808
1	5.330321501	6.513970302
0	1	0.002568686

$$b = 0.002568686$$

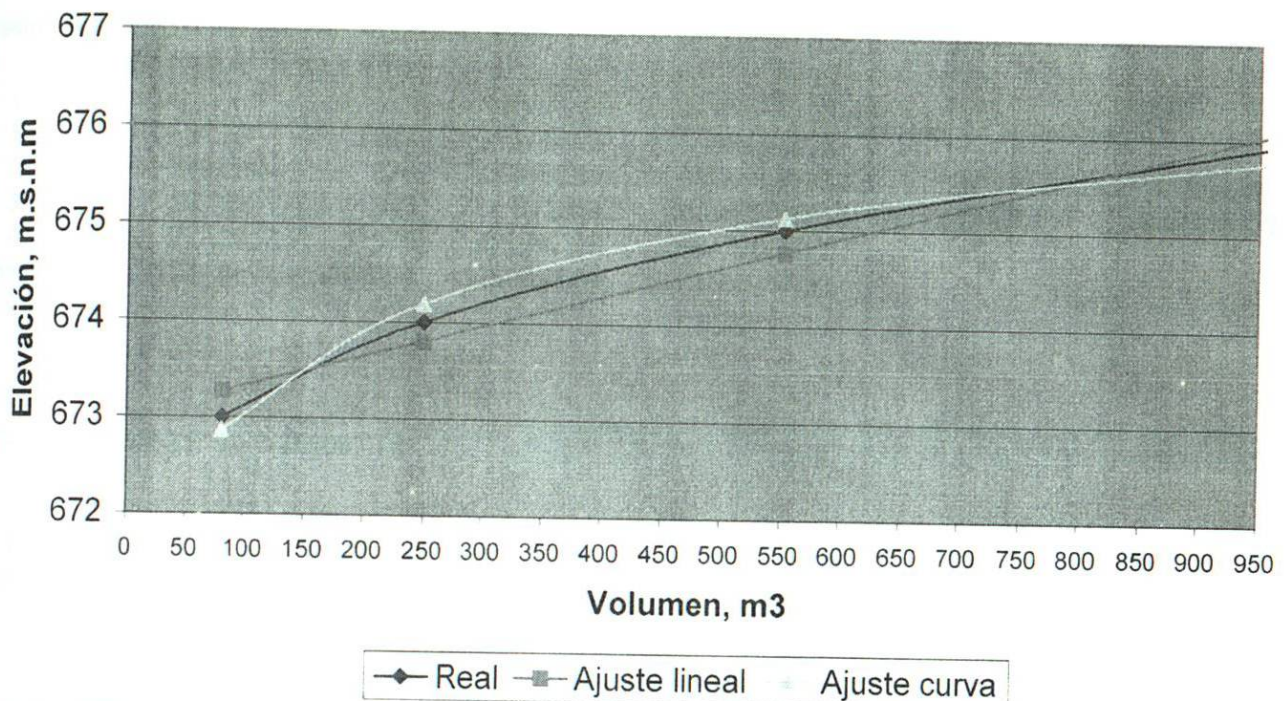
$$A = 6.500278381$$

$$a = 665.3268207$$

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 9 **Determinación de la curva Volumen vs Elevación**

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E Ajuste Form	Vol por curva (m ³)
0	0.0	672	-	-	-
81.2	81.20	673	673.27	672.87	81.20
167.89	249.09	674	673.80	674.19	167.89
303.23	552.32	675	674.76	675.13	303.23
439.91	992.23	676	676.16	675.82	439.91

Estructura de control No. 9



	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
i	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	81.20	673	4.396915247	6.51174533	28.63159233	19.33286369
2	249.09	674	5.517814277	6.513230111	35.9387941	30.44627439
3	552.32	675	6.314127588	6.514712691	41.13472713	39.8682072
4	992.23	676	6.899954935	6.516193076	44.96143857	47.60937811
Suma			23.12881205	26.05588121	150.6665521	137.2567234

$$E = aV^b$$

$$\ln E = \ln a + b \ln V$$

n = 4

Haciendo:
 $y = \ln E$
 $x = \ln V$
 $A = \ln a$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.503859385	0.001748627	667.7136298

Resolviendo matricialmente

4	23.128812	26.05588121
23.128812	137.256723	150.6665521

1	5.78220301	6.513970302
-1	-5.93444761	-6.514236521

1	5.78220301	6.513970302
0	-0.1522446	-0.000266219

1	5.78220301	6.513970302
0	1	0.001748627

$$b = 0.001748627$$

$$A = 6.503859385$$

$$a = 667.7136298$$

Regresión lineal

i	Vol (m3) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x*y	x ²
1	81.20	673	54647.6	6593.4400
2	249.09	674	167886.66	62045.8281
3	552.32	675	372816	305057.3824
4	992.23	676	670747.48	984520.3729
Suma	1874.84	2698.00	1266097.74	1358217.02

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$\begin{matrix} A & b \\ 673.0158811 & 0.00316639 \end{matrix}$$

4	1874.84	2698
1874.84	1358217.02	1266097.74

1	468.71	674.5
0	1	0.00316639

1	468.71	674.5
0	-255.734232	-0.80975443

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC9
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m³/s)	dt (min)
1.848	2.468	6.591	0.381	0.25

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para 0<t<tp

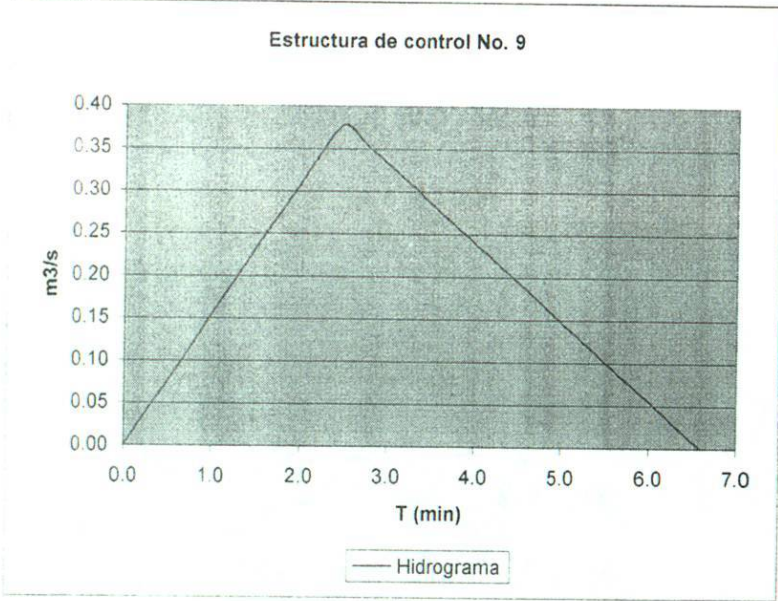
$Q = bt$
 $b = 0.1544$

Entonces $Q = 0.1544 \quad t$

Ecuación de la recta para el dominio:
para tp<t<tb

$Q = a - mt$
 $m = 0.0925$
 $a = 0.6095$
Entonces $Q = 0.6095 - 0.0925 \, t$

t (hr)	Q (m³/s)
0.00	0.000
0.25	0.039
0.50	0.077
0.75	0.116
1.00	0.154
1.25	0.193
1.50	0.232
1.75	0.270
2.00	0.309
2.25	0.348
2.50	0.378
2.75	0.355
3.00	0.332
3.25	0.309
3.50	0.286
3.75	0.263
4.00	0.240
4.25	0.216
4.50	0.193
4.75	0.170
5.00	0.147
5.25	0.124
5.50	0.101
5.75	0.078
6.00	0.055
6.25	0.032
6.50	0.008
6.59	0.000
Qmax	0.378



Nota:

- a) Las unidades de gastos estan en m³/seg
- b) Las unidades de tiempo estan en hrs
- c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico. $tp = \sqrt{tc + 0.6tc}$
- d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $tb = 2.67tp$

Tránsito de una avenida de un TR= 20 años en el embalse de la estructura No. 9

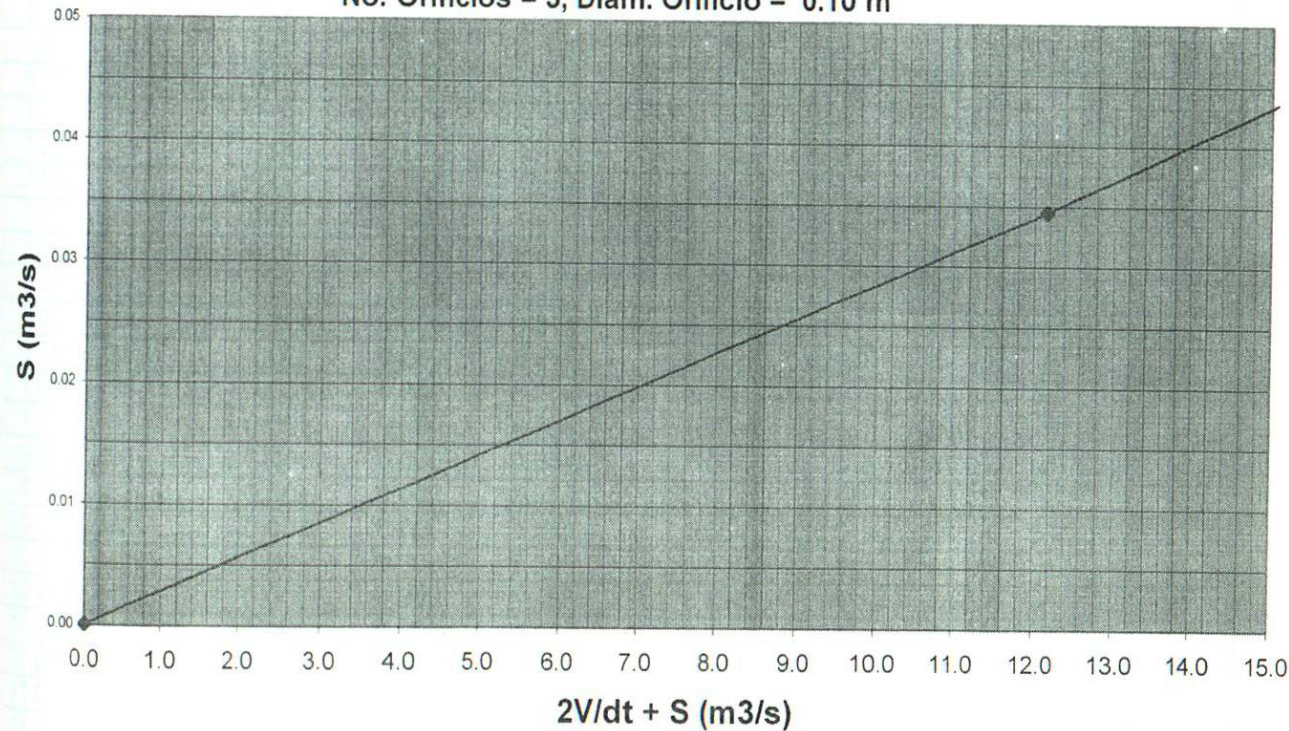
a) Curva (2V/dT) + S contra S
min segundos
dt= 0.25 15

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. ,b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
674.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	672.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2° lecho	673.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m³)	2V/dt + S (m³/s)	S (m³/s)
672.00	0.00	0.000	0.000
673.00	90.90	12.155	0.034
674.00	212.49	28.417	0.085
675.00	496.09	66.693	0.548
676.00	1,156.74	155.597	1.365

Estructura de control No. 9

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	i	I_i	$I_i + I_{i+1}$	$2V_i/dt - S_i$	$2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$	S_i	V_i	E_i	A_i
min		m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3	m	m^2
0.00	0	0.00	0.039	0.000	0.039	0.000	0.00	672.00	0.00
0.25	1	0.04	0.116	0.039	0.154	0.000	0.29	673.02	66.57
0.50	2	0.08	0.193	0.154	0.348	0.000	1.16	673.02	66.90
0.75	3	0.12	0.270	0.346	0.616	0.001	2.60	673.02	67.46
1.00	4	0.15	0.348	0.612	0.959	0.002	4.60	673.03	68.24
1.25	5	0.19	0.425	0.953	1.378	0.003	7.17	673.04	69.23
1.50	6	0.23	0.502	1.370	1.872	0.004	10.31	673.05	70.45
1.75	7	0.27	0.579	1.862	2.441	0.005	14.00	673.06	71.88
2.00	8	0.31	0.656	2.427	3.084	0.007	18.26	673.07	73.53
2.25	9	0.35	0.726	3.068	3.793	0.008	23.07	673.09	75.39
2.50	10	0.38	0.734	3.771	4.505	0.011	28.37	673.11	77.45
2.75	11	0.36	0.687	4.479	5.166	0.013	33.69	673.12	79.51
3.00	12	0.33	0.641	5.138	5.779	0.014	38.64	673.14	81.43
3.25	13	0.31	0.595	5.745	6.340	0.017	43.22	673.15	83.20
3.50	14	0.29	0.549	6.304	6.853	0.018	47.42	673.17	84.83
3.75	15	0.26	0.502	6.815	7.317	0.019	51.25	673.18	86.31
4.00	16	0.24	0.456	7.275	7.731	0.021	54.72	673.19	87.66
4.25	17	0.22	0.410	7.687	8.097	0.022	57.82	673.20	88.86
4.50	18	0.19	0.364	8.051	8.414	0.023	60.55	673.21	89.92
4.75	19	0.17	0.317	8.366	8.684	0.024	62.93	673.22	90.84
5.00	20	0.15	0.271	8.634	8.905	0.025	64.94	673.22	91.62
5.25	21	0.12	0.225	8.855	9.080	0.025	66.60	673.23	92.26
5.50	22	0.10	0.179	9.028	9.206	0.026	67.90	673.23	92.77
5.75	23	0.08	0.132	9.154	9.287	0.026	68.85	673.23	93.13
6.00	24	0.05	0.086	9.235	9.321	0.026	69.46	673.24	93.37
6.25	25	0.03	0.040	9.269	9.309	0.026	69.71	673.24	93.47
6.50	26	0.01	0.008	9.257	9.265	0.026	69.62	673.24	93.43
6.75	27	0.00	0.000	9.213	9.213	0.026	69.29	673.24	93.30
7.00	28	0.00	0.000	9.161	9.161	0.026	68.90	673.23	93.15
7.25	29	0.00	0.000	9.109	9.109	0.026	68.51	673.23	93.00
7.50	30	0.00	0.000	9.057	9.057	0.026	68.12	673.23	92.85
7.75	31	0.00	0.000	9.005	9.005	0.026	67.73	673.23	92.70
8.00	32	0.00	0.000	8.954	8.954	0.026	67.35	673.23	92.55
8.25	33	0.00	0.000	8.904	8.904	0.025	66.97	673.23	92.40
8.50	34	0.00	0.000	8.854	8.854	0.025	66.59	673.23	92.26
8.75	35	0.00	0.000	8.804	8.804	0.025	66.22	673.23	92.11
9.00	36	0.00	0.000	8.754	8.754	0.025	65.84	673.22	91.97
9.25	37	0.00	0.000	8.704	8.704	0.025	65.47	673.22	91.82
9.50	38	0.00	0.000	8.654	8.654	0.025	65.09	673.22	91.68
9.75	39	0.00	0.000	8.604	8.604	0.025	64.72	673.22	91.53
10.00	40	0.00	0.000	8.554	8.554	0.025	64.34	673.22	91.39
10.25	41	0.00	0.000	8.506	8.506	0.024	63.98	673.22	91.24
10.50	42	0.00	0.000	8.458	8.458	0.024	63.62	673.22	91.10
10.75	43	0.00	0.000	8.410	8.410	0.024	63.26	673.22	90.96
11.00	44	0.00	0.000	8.362	8.362	0.024	62.90	673.22	90.83
11.25	45	0.00	0.000	8.314	8.314	0.024	62.54	673.21	90.69
11.50	46	0.00	0.000	8.266	8.266	0.024	62.18	673.21	90.55
11.75	47	0.00	0.000	8.220	8.220	0.023	61.82	673.21	90.41
12.00	48	0.00	0.000	8.174	8.174	0.023	61.48	673.21	90.28

12.25	49	0.00	0.000	8.128	8.128	0.023	61.13	673.21	90.14
12.50	50	0.00	0.000	8.082	8.082	0.023	60.79	673.21	90.01
12.75	51	0.00	0.000	8.016	8.016	0.033	60.37	673.21	89.85
13.00	52	0.00	0.000	7.970	7.970	0.023	59.95	673.21	89.68
13.25	53	0.00	0.000	7.924	7.924	0.023	59.60	673.20	89.55
13.50	54	0.00	0.000	7.878	7.878	0.023	59.26	673.20	89.42
13.75	55	0.00	0.000	7.834	7.834	0.022	58.92	673.20	89.29
14.00	56	0.00	0.000	7.790	7.790	0.022	58.59	673.20	89.16
14.25	57	0.00	0.000	7.746	7.746	0.022	58.26	673.20	89.03
14.50	58	0.00	0.000	7.702	7.702	0.022	57.93	673.20	88.90
14.75	59	0.00	0.000	7.658	7.658	0.022	57.60	673.20	88.77
15.00	60	0.00	0.000	7.614	7.614	0.022	57.27	673.20	88.65
15.25	61	0.00	0.000	7.570	7.570	0.022	56.94	673.20	88.52
15.50	62	0.00	0.000	7.526	7.526	0.022	56.61	673.20	88.39
15.75	63	0.00	0.000	7.482	7.482	0.022	56.28	673.19	88.26
16.00	64	0.00	0.000	7.440	7.440	0.021	55.96	673.19	88.14
16.25	65	0.00	0.000	7.398	7.398	0.021	55.64	673.19	88.02
16.50	66	0.00	0.000	7.356	7.356	0.021	55.33	673.19	87.89
16.75	67	0.00	0.000	7.314	7.314	0.021	55.01	673.19	87.77
17.00	68	0.00	0.000	7.272	7.272	0.021	54.70	673.19	87.65
17.25	69	0.00	0.000	7.230	7.230	0.021	54.38	673.19	87.53
17.50	70	0.00	0.000	7.188	7.188	0.021	54.07	673.19	87.40
17.75	71	0.00	0.000	7.146	7.146	0.021	53.75	673.19	87.28
18.00	72	0.00	0.000	7.104	7.104	0.021	53.44	673.19	87.16
18.25	73	0.00	0.000	7.064	7.064	0.020	53.13	673.18	87.04
18.50	74	0.00	0.000	7.024	7.024	0.020	52.83	673.18	86.93
18.75	75	0.00	0.000	6.984	6.984	0.020	52.53	673.18	86.81
19.00	76	0.00	0.000	6.944	6.944	0.020	52.23	673.18	86.69
19.25	77	0.00	0.000	6.904	6.904	0.020	51.93	673.18	86.58
19.50	78	0.00	0.000	6.864	6.864	0.020	51.63	673.18	86.46
19.75	79	0.00	0.000	6.824	6.824	0.020	51.33	673.18	86.34
20.00	80	0.00	0.000	6.786	6.786	0.019	51.04	673.18	86.23
20.25	81	0.00	0.000	6.748	6.748	0.019	50.75	673.18	86.12
20.50	82	0.00	0.000	6.710	6.710	0.019	50.47	673.18	86.01
20.75	83	0.00	0.000	6.672	6.672	0.019	50.18	673.17	85.90
21.00	84	0.00	0.000	6.634	6.634	0.019	49.90	673.17	85.79
21.25	85	0.00	0.000	6.596	6.596	0.019	49.61	673.17	85.68
21.50	86	0.00	0.000	6.558	6.558	0.019	49.33	673.17	85.57
21.75	87	0.00	0.000	6.520	6.520	0.019	49.04	673.17	85.46
22.00	88	0.00	0.000	6.482	6.482	0.019	48.76	673.17	85.35
22.25	89	0.00	0.000	6.444	6.444	0.019	48.47	673.17	85.24
22.50	90	0.00	0.000	6.408	6.408	0.018	48.20	673.17	85.13
22.75	91	0.00	0.000	6.372	6.372	0.018	47.93	673.17	85.03
23.00	92	0.00	0.000	6.336	6.336	0.018	47.66	673.17	84.92
23.25	93	0.00	0.000	6.300	6.300	0.018	47.39	673.17	84.82
23.50	94	0.00	0.000	6.264	6.264	0.018	47.12	673.17	84.71
23.75	95	0.00	0.000	6.228	6.228	0.018	46.85	673.16	84.61
24.00	96	0.00	0.000	6.192	6.192	0.018	46.58	673.16	84.50
24.25	97	0.00	0.000	6.156	6.156	0.018	46.31	673.16	84.40
24.50	98	0.00	0.000	6.120	6.120	0.018	46.04	673.16	84.29
24.75	99	0.00	0.000	6.084	6.084	0.018	45.77	673.16	84.19
25.00	100	0.00	0.000	6.050	6.050	0.017	45.50	673.16	84.09
25.25	101	0.00	0.000	6.016	6.016	0.017	45.25	673.16	83.99
25.50	102	0.00	0.000	5.982	5.982	0.017	44.99	673.16	83.89

$Q_{max_e} = 0.378$ $Q_{max_s} = 0.033$ **NAME** **673.24** 93.47

Nivel de la cresta vertedora:	674.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	672.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	673.24	m.s.n.m.
$Q_{MAX_{DISEÑO}} =$	0.38	m ³ /S
$Q_{MAX_{SALIDA}} =$	0.03	m ³ /S
Gasto regulado:	0.35	m ³ /S
	91.28	%
Volumen =	69.71	m ³
Área de inundación =	93.47	m ²

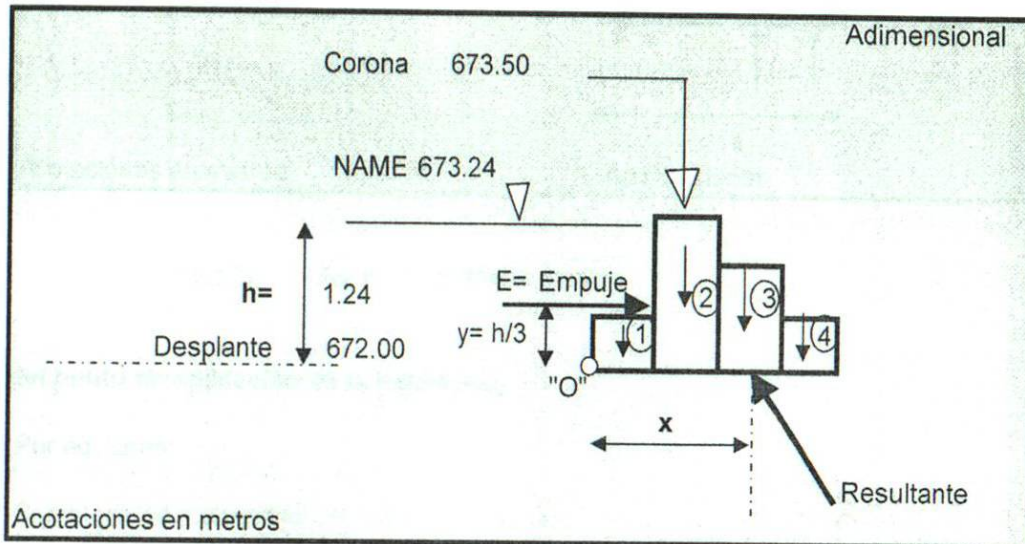
Conclusiones: **La estructura no necesita vertedor**

Cálculo estructural

Estructura de control No. 9

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo libre =	0.26	m
Ancho gavión (a)=	1	m
No. de bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura.

$$E = 0.76 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

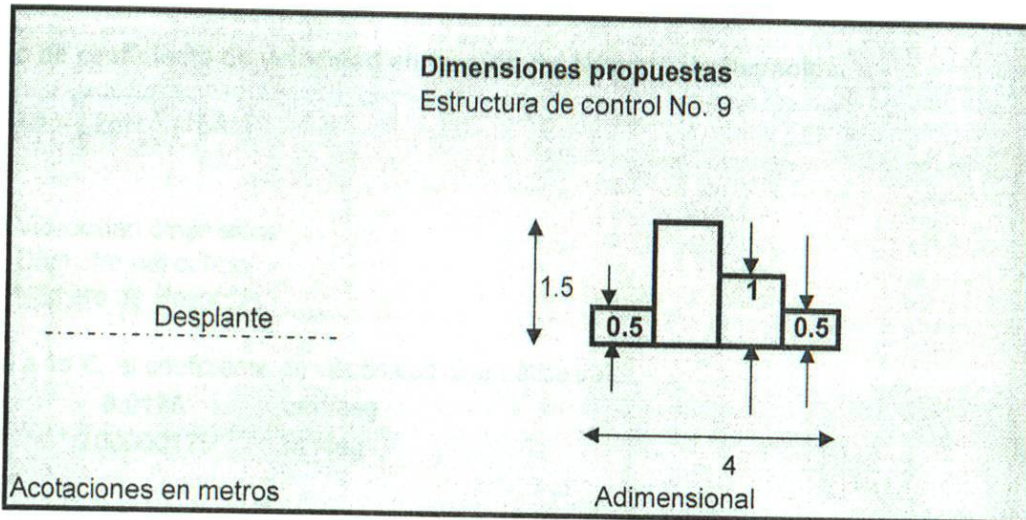
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= Rx \\ \Rightarrow Rx &= 0.76 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = Ry$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 5.59458 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 11.1071$$

$$x = 1.98532 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta

Por lo tanto: La estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea.

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico

Aplicando la ec. De Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio.
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía.
g Constante de gravedad.
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua.

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds.

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde


- ν = Viscosidad cinemática.
 D = Diámetro del orificio.
 Re = Número de Reynolds.

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\begin{aligned} \nu &= 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg} \\ \nu &= 0.00000175 \text{ m}^2/\text{seg} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.17E+05$$


 $Cv = 0.98$
 Por lo tanto $V = 3.73 \text{ m/s}$

De las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} ay &= -g \\ Vy &= -gt + V_{0y} \\ y &= -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} ax &= 0 \\ Vx &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$V_{0y} = \text{cero}$

$x_0 = \text{cero}$

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 V_y &= -gt \\
 y &= -1/2 gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 V_x &= V_{0x} \\
 x &= V_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 V_{0x} &= 3.73 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

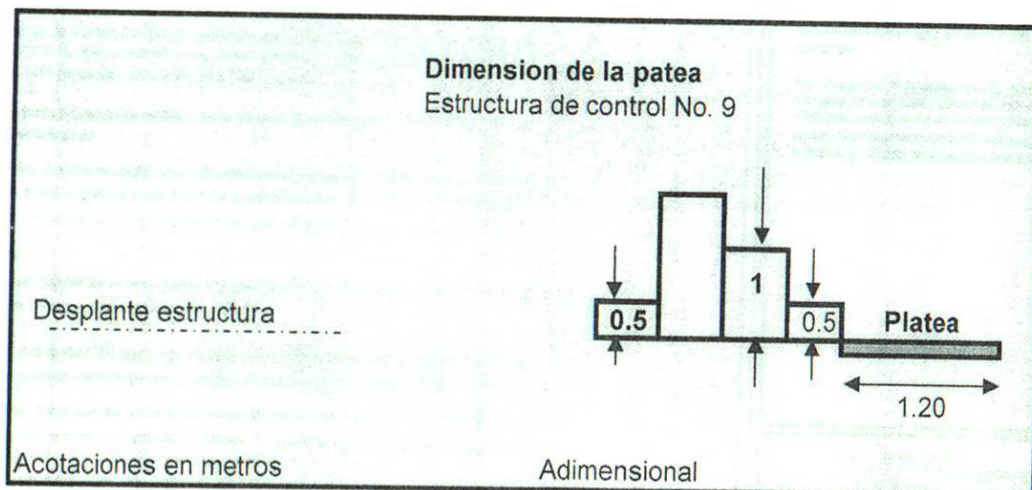
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.1895 \text{ m}$$

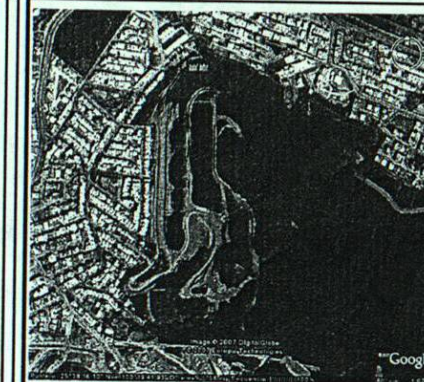
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.20 \text{ m}$$





Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	o
Diámetro de la tubería	ϕ
Nivel del espejo de agua	∇

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynold y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

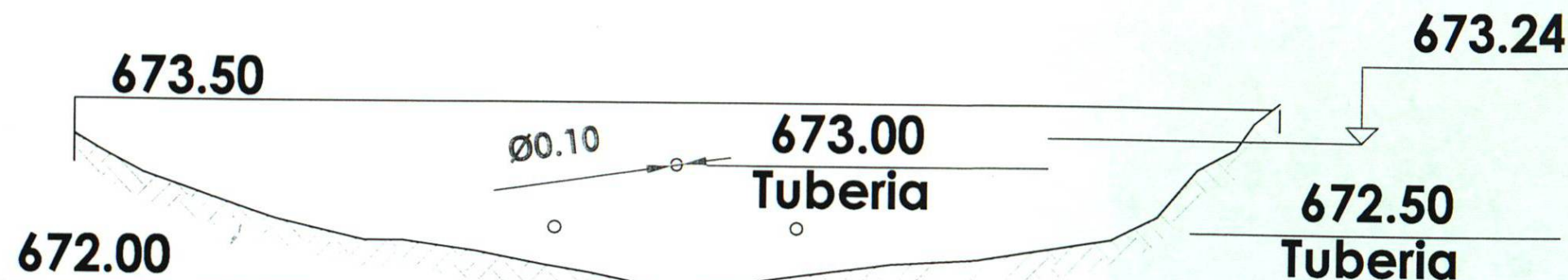
0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

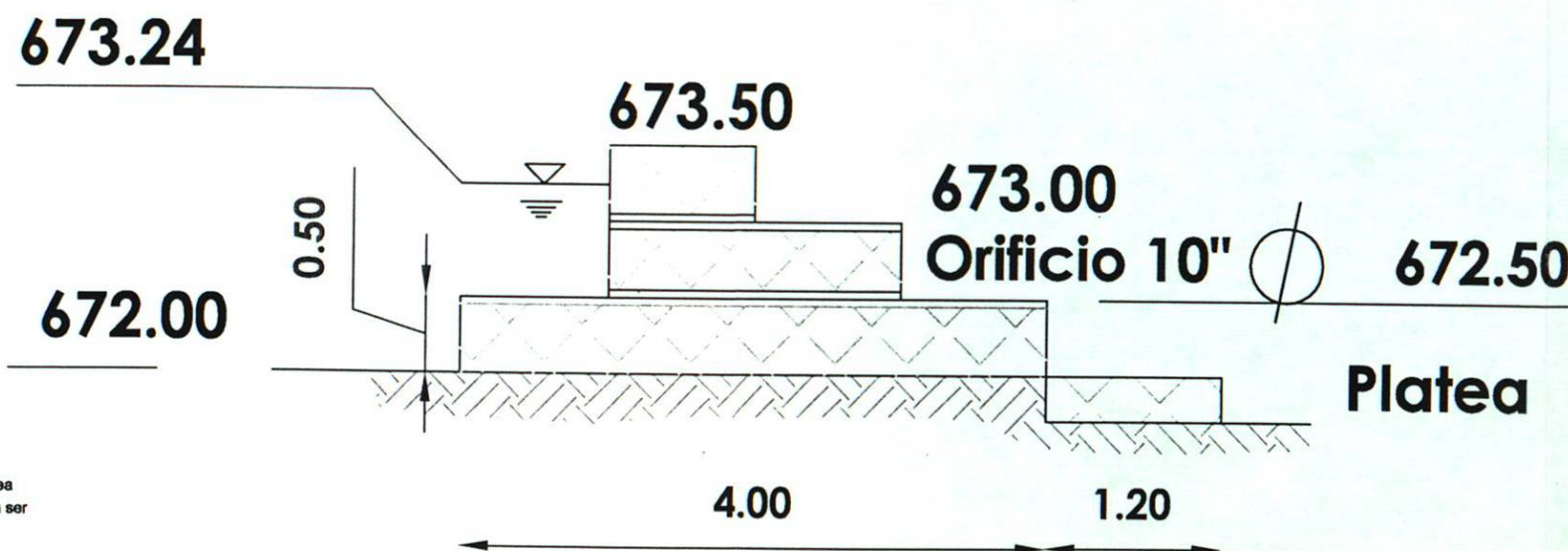
Acotaciones:

Metros.

9



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm²

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torción, y las torciones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por lo general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura.

El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.

Estructura de Control No 9
Balcones del Campestre

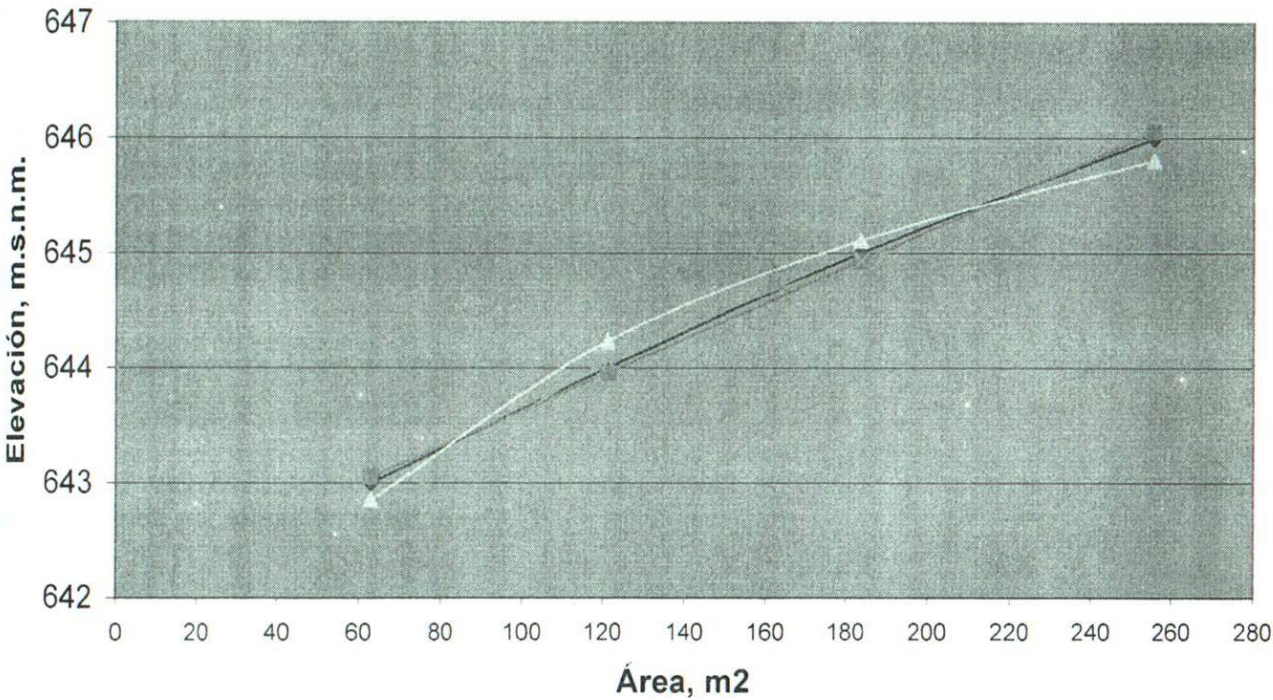
Estructura de control No. 10

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 10
Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E AjusRecta	E Ajus Regres.	E Ajus curva ojo
0	642	-	-	-
63.01	643	643.0522305	642.8509881	642.6963508
121.28	644	643.9607602	644.2322063	644.065547
183.66	645	644.9333719	645.1090881	644.9347836
255.51	646	646.0536373	645.8076169	645.6272151

Estructura de control No. 10

Real Ajuste Linea Ajuste curva Ajuste a ojo



Regresión lineal

	Área (m ²)	E (m.s.n.m)		
i	Xi	Yi	x*y	x ²
1	63.01	643	40515.43	3970.2601
2	121.28	644	78104.32	14708.8384
3	183.66	645	118460.7	33730.9956
4	255.51	646	165059.46	65285.3601
Suma	623.46	2578.00	402139.91	117695.45

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A **b**
642.069796 **0.015591723**

Resolviendo matricialmente

4	623.46	2578	1	155.865	644.5
623.46	117695.45	402139.91	0	1	0.015591723
1	155.865	644.5			
0	-32.9128754	-0.51316845			

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$E=a(Area)^b$
Haciendo:
 $y=LnE$
 $x=Ln(Area)$
 $A= Ln a$
 $n= 4$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area)i	LnEi	Ln(Area)i*LnEi	(Ln(Area)i) ²
1	4.143293444	6.466144724	26.79113504	17.16688056
2	4.798101922	6.467698726	31.03267769	23.02178205
3	5.213086222	6.469250317	33.72475969	27.17626796
4	5.543261548	6.470799504	35.86933407	30.72774859
Suma	19.69774314	25.87389327	127.4179065	98.09267916

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.45233	0.00328	634.17973

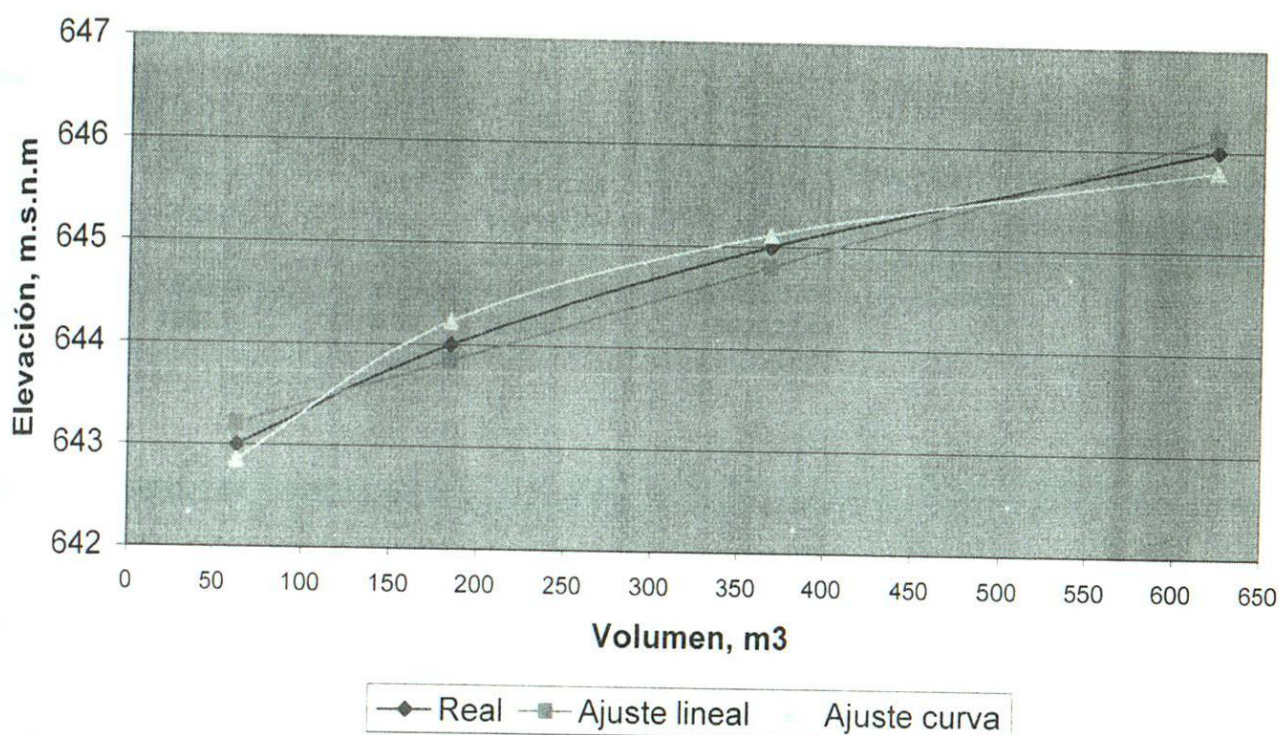
Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

4	19.69774314	25.87389327
19.69774314	98.09267916	127.4179065
1	4.924435784	6.468473318
-1	-4.97989432	-6.468655095
1	4.924435784	6.468473318
0	-0.05545854	-0.000181777
1	4.924435784	6.468473318
0	1	0.003277718
b =		0.003277718
A =		6.452332407
a =		634.1797338

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 10 **Determinación de la curva Volumen vs Elevación**

Area (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E Ajuste Form	Vol por curva (m ³)
0	0.0	642	-	-	-
63.01	63.01	643	643.21	642.85	63.01
121.28	184.29	644	643.84	644.23	121.28
183.66	367.95	645	644.80	645.12	183.66
255.51	623.46	646	646.14	645.80	255.51

Estructura de control No. 10



i	Vol (m3) Xi	E (m.s.n.m) Yi	x LnVi	y LnEi	x*y LnVi*LnEi	x ² (LnVi) ²
1	63.01	643	4.143293444	6.466144724	26.79113504	17.16688056
2	184.29	644	5.216510604	6.467698726	33.73881899	27.21198288
3	367.95	645	5.907947059	6.469250317	38.21998839	34.90383846
4	623.46	646	6.435284609	6.470799504	41.64143646	41.412888
Suma			21.70303572	25.87389327	140.3913789	120.6955899

$$E = aV^b$$

$$E = \ln a + b \ln V$$

n = 4

Haciendo:

$$y = \ln E$$

$$x = \ln V$$

$$A = \ln a$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.457638174	0.001996982	637.553486

Resolviendo matricialmente

4	21.7030357	25.87389327
21.7030357	120.69559	140.3913789

1	5.42575893	6.468473318
-1	-5.56123076	-6.468743853

1	5.42575893	6.468473318
0	-0.13547184	-0.000270535

1	5.42575893	6.468473318
0	1	0.001996982

$$b = 0.001996982$$

$$A = 6.457638174$$

$$a = 637.553486$$

Regresión lineal

	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	
i	Xi	Yi	x*y
1	63.01	643	40515.43
2	184.29	644	118682.76
3	367.95	645	237327.75
4	623.46	646	402755.16
Suma	1238.71	2578.00	799281.10
			x^2
			3970.2601
			33962.8041
			135387.2025
			388702.3716
			562022.64

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$A = 642.8815013$$

$$b = 0.005226401$$

Donde:

4	1238.71	2578
1238.71	562022.64	799281.1

1	309.6775	644.5
0	1	0.005226401

1	309.6775	644.5
0	-144.038574	-0.75280332

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC10
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m ³ /s)	dt (min)
1.566	2.191	5.850	0.321	0.22

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para $0 < t < t_p$

$$Q = bt$$

$$b = 0.1466$$

Entonces $Q = 0.1466 \quad t$

$$dt = 0.22$$

Ecuación de la recta para el dominio:
para $t_p < t < t_b$
 $Q = a - mt$

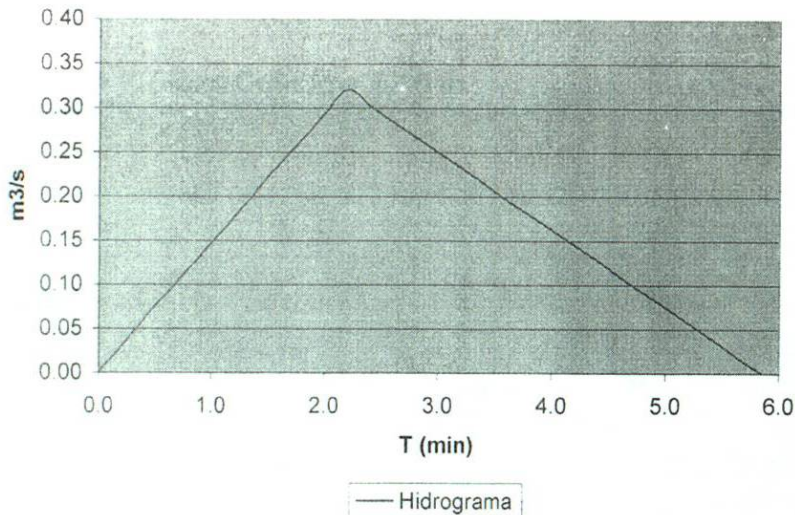
$$m = 0.0878$$

$$a = 0.5137$$

Entonces $Q = 0.5137 - 0.0878 \quad t$

t (hr)	Q (m ³ /s)
0.00	0.000
0.22	0.032
0.44	0.065
0.66	0.097
0.88	0.129
1.10	0.161
1.32	0.194
1.54	0.226
1.76	0.258
1.98	0.290
2.20	0.321
2.42	0.301
2.64	0.282
2.86	0.263
3.08	0.243
3.30	0.224
3.52	0.205
3.74	0.185
3.96	0.166
4.18	0.147
4.40	0.127
4.62	0.108
4.84	0.089
5.06	0.069
5.28	0.050
5.50	0.031
5.72	0.011
5.85	0.000
Qmax	0.321

Estructura de control No. 10



Nota:

- a) Las unidades de gastos estan en m³/seg
 b) Las unidades de tiempo estan en hrs.
 c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico. $t_p = \sqrt{t_c + 0.6 t_c}$
 d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $t_b = 2.67 t_p$

Tránsito de una avenida de un TR= 20 años en el embalse de la Estructura No. 10

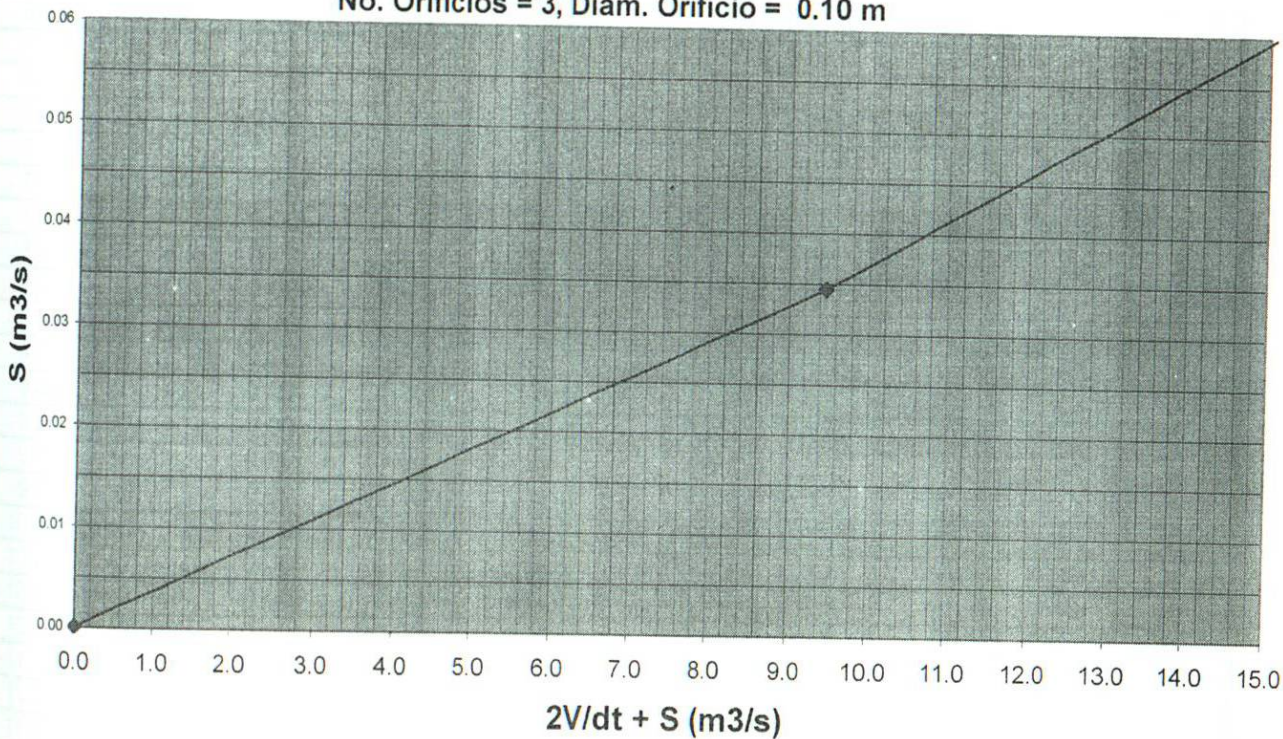
a) Curva (2V/dT) + S contra S
min segundos
dt= 0.25 15

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. ,b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
644.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	642.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2° lecho	643.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m³)	2V/dt +S (m³/s)	S (m³/s)
642.00	0.00	0.000	0.000
643.00	70.79	9.473	0.034
644.00	154.14	20.637	0.085
645.00	335.24	45.247	0.548
646.00	728.23	98.462	1.365

Estructura de control No. 10

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	i	I_i	$I_i + I_{i+1}$	$2V_i/dt - S_i$	$2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$	S_i	V_i	E_i	A_i
min		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³	m	m ²
0.00	0	0.00	0.032	0.000	0.032	0.000	0.00	642.00	0.00
0.25	1	0.03	0.097	0.032	0.129	0.000	0.24	642.88	52.14
0.50	2	0.06	0.161	0.129	0.290	0.000	0.97	642.89	52.38
0.75	3	0.10	0.226	0.288	0.514	0.001	2.17	642.89	52.79
1.00	4	0.13	0.290	0.510	0.800	0.002	3.84	642.90	53.35
1.25	5	0.16	0.355	0.794	1.149	0.003	5.98	642.91	54.06
1.50	6	0.19	0.419	1.141	1.561	0.004	8.59	642.93	54.94
1.75	7	0.23	0.484	1.549	2.033	0.006	11.66	642.94	55.97
2.00	8	0.26	0.548	2.019	2.567	0.007	15.19	642.96	57.15
2.25	9	0.29	0.611	2.549	3.160	0.009	19.19	642.98	58.49
2.50	10	0.32	0.622	3.138	3.760	0.011	23.62	643.00	59.98
2.75	11	0.30	0.583	3.732	4.315	0.014	28.09	643.03	61.48
3.00	12	0.28	0.544	4.283	4.827	0.016	32.24	643.05	62.87
3.25	13	0.26	0.506	4.791	5.297	0.018	36.07	643.07	64.15
3.50	14	0.24	0.467	5.259	5.726	0.019	39.58	643.09	65.33
3.75	15	0.22	0.429	5.684	6.113	0.021	42.79	643.11	66.40
4.00	16	0.20	0.390	6.069	6.459	0.022	45.68	643.12	67.37
4.25	17	0.19	0.351	6.413	6.764	0.023	48.27	643.13	68.24
4.50	18	0.17	0.313	6.714	7.026	0.025	50.54	643.15	69.00
4.75	19	0.15	0.274	6.974	7.248	0.026	52.50	643.16	69.66
5.00	20	0.13	0.235	7.196	7.432	0.026	54.17	643.16	70.22
5.25	21	0.11	0.197	7.378	7.575	0.027	55.54	643.17	70.68
5.50	22	0.09	0.158	7.519	7.677	0.028	56.60	643.18	71.03
5.75	23	0.07	0.119	7.621	7.740	0.028	57.37	643.18	71.29
6.00	24	0.05	0.081	7.684	7.765	0.028	57.84	643.18	71.45
6.25	25	0.03	0.042	7.709	7.751	0.028	58.03	643.18	71.51
6.50	26	0.01	0.011	7.695	7.707	0.028	57.92	643.18	71.48
6.75	27	0.00	0.000	7.651	7.651	0.028	57.59	643.18	71.36
7.00	28	0.00	0.000	7.595	7.595	0.028	57.17	643.18	71.22
7.25	29	0.00	0.000	7.539	7.539	0.028	56.75	643.18	71.08
7.50	30	0.00	0.000	7.485	7.485	0.027	56.34	643.18	70.94
7.75	31	0.00	0.000	7.431	7.431	0.027	55.93	643.17	70.81
8.00	32	0.00	0.000	7.377	7.377	0.027	55.53	643.17	70.67
8.25	33	0.00	0.000	7.323	7.323	0.027	55.12	643.17	70.54
8.50	34	0.00	0.000	7.269	7.269	0.027	54.72	643.17	70.40
8.75	35	0.00	0.000	7.217	7.217	0.026	54.32	643.17	70.27
9.00	36	0.00	0.000	7.165	7.165	0.026	53.93	643.16	70.14
9.25	37	0.00	0.000	7.113	7.113	0.026	53.54	643.16	70.01
9.50	38	0.00	0.000	7.061	7.061	0.026	53.15	643.16	69.88
9.75	39	0.00	0.000	7.009	7.009	0.026	52.76	643.16	69.75
10.00	40	0.00	0.000	6.957	6.957	0.026	52.37	643.16	69.61
10.25	41	0.00	0.000	6.905	6.905	0.026	51.98	643.15	69.48
10.50	42	0.00	0.000	6.855	6.855	0.025	51.60	643.15	69.36
10.75	43	0.00	0.000	6.805	6.805	0.025	51.22	643.15	69.23
11.00	44	0.00	0.000	6.755	6.755	0.025	50.85	643.15	69.10
11.25	45	0.00	0.000	6.705	6.705	0.025	50.47	643.15	68.98
11.50	46	0.00	0.000	6.655	6.655	0.025	50.10	643.14	68.85
11.75	47	0.00	0.000	6.605	6.605	0.025	49.72	643.14	68.73
12.00	48	0.00	0.000	6.557	6.557	0.024	49.35	643.14	68.60

12.25	49	0.00	0.000	6.509	6.509	0.024	48.99	643.14	68.48
12.50	50	0.00	0.000	6.461	6.461	0.024	48.63	643.14	68.36
12.75	51	0.00	0.000	6.413	6.413	0.024	48.27	643.13	68.24
13.00	52	0.00	0.000	6.365	6.365	0.024	47.91	643.13	68.12
13.25	53	0.00	0.000	6.317	6.317	0.024	47.55	643.13	68.00
13.50	54	0.00	0.000	6.271	6.271	0.023	47.20	643.13	67.88
13.75	55	0.00	0.000	6.225	6.225	0.023	46.86	643.13	67.77
14.00	56	0.00	0.000	6.179	6.179	0.023	46.51	643.12	67.65
14.25	57	0.00	0.000	6.135	6.135	0.022	46.17	643.12	67.54
14.50	58	0.00	0.000	6.091	6.091	0.022	45.84	643.12	67.43
14.75	59	0.00	0.000	6.047	6.047	0.022	45.51	643.12	67.32
15.00	60	0.00	0.000	6.003	6.003	0.022	45.18	643.12	67.21
15.25	61	0.00	0.000	5.959	5.959	0.022	44.85	643.12	67.10
15.50	62	0.00	0.000	5.915	5.915	0.022	44.52	643.11	66.98
15.75	63	0.00	0.000	5.871	5.871	0.022	44.19	643.11	66.87
16.00	64	0.00	0.000	5.829	5.829	0.021	43.87	643.11	66.77
16.25	65	0.00	0.000	5.787	5.787	0.021	43.56	643.11	66.66
16.50	66	0.00	0.000	5.745	5.745	0.021	43.24	643.11	66.55
16.75	67	0.00	0.000	5.703	5.703	0.021	42.93	643.11	66.45
17.00	68	0.00	0.000	5.661	5.661	0.021	42.61	643.10	66.34
17.25	69	0.00	0.000	5.619	5.619	0.021	42.30	643.10	66.24
17.50	70	0.00	0.000	5.577	5.577	0.021	41.98	643.10	66.13
17.75	71	0.00	0.000	5.535	5.535	0.021	41.67	643.10	66.03
18.00	72	0.00	0.000	5.495	5.495	0.020	41.36	643.10	65.92
18.25	73	0.00	0.000	5.455	5.455	0.020	41.06	643.10	65.82
18.50	74	0.00	0.000	5.415	5.415	0.020	40.76	643.09	65.72
18.75	75	0.00	0.000	5.375	5.375	0.020	40.46	643.09	65.62
19.00	76	0.00	0.000	5.335	5.335	0.020	40.16	643.09	65.52
19.25	77	0.00	0.000	5.295	5.295	0.020	39.86	643.09	65.42
19.50	78	0.00	0.000	5.255	5.255	0.020	39.56	643.09	65.32
19.75	79	0.00	0.000	5.215	5.215	0.020	39.26	643.09	65.22
20.00	80	0.00	0.000	5.177	5.177	0.019	38.97	643.09	65.12
20.25	81	0.00	0.000	5.139	5.139	0.019	38.68	643.08	65.03
20.50	82	0.00	0.000	5.101	5.101	0.019	38.40	643.08	64.93
20.75	83	0.00	0.000	5.063	5.063	0.019	38.11	643.08	64.84
21.00	84	0.00	0.000	5.025	5.025	0.019	37.83	643.08	64.74
21.25	85	0.00	0.000	4.989	4.989	0.018	37.55	643.08	64.65
21.50	86	0.00	0.000	4.953	4.953	0.018	37.28	643.08	64.56
21.75	87	0.00	0.000	4.917	4.917	0.018	37.01	643.07	64.47
22.00	88	0.00	0.000	4.881	4.881	0.018	36.74	643.07	64.38
22.25	89	0.00	0.000	4.845	4.845	0.018	36.47	643.07	64.28
22.50	90	0.00	0.000	4.809	4.809	0.018	36.20	643.07	64.19
22.75	91	0.00	0.000	4.773	4.773	0.018	35.93	643.07	64.10
23.00	92	0.00	0.000	4.739	4.739	0.017	35.67	643.07	64.02
23.25	93	0.00	0.000	4.705	4.705	0.017	35.41	643.07	63.93
23.50	94	0.00	0.000	4.671	4.671	0.017	35.16	643.07	63.84
23.75	95	0.00	0.000	4.637	4.637	0.017	34.90	643.06	63.76
24.00	96	0.00	0.000	4.603	4.603	0.017	34.65	643.06	63.67
24.25	97	0.00	0.000	4.569	4.569	0.017	34.39	643.06	63.59
24.50	98	0.00	0.000	4.535	4.535	0.017	34.14	643.06	63.50
24.75	99	0.00	0.000	4.503	4.503	0.016	33.89	643.06	63.42
25.00	100	0.00	0.000	4.471	4.471	0.016	33.65	643.06	63.34
25.25	101	0.00	0.000	4.439	4.439	0.016	33.41	643.06	63.26
25.50	102	0.00	0.000	4.407	4.407	0.016	33.17	643.05	63.18

Qmax_s = 0.028 NAME 643.18 71.51

Nivel de la cresta vertedora:	644.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	642.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	643.18	m.s.n.m.
QMAX _{DISEÑO} =	0.321	m ³ /S
QMAX _{SALIDA} =	0.028	m ³ /S
Gasto regulado:	0.29	m ³ /S
	91.26	%
Volumen =	58.03	m ³
Área de inundación =	71.51	m ²

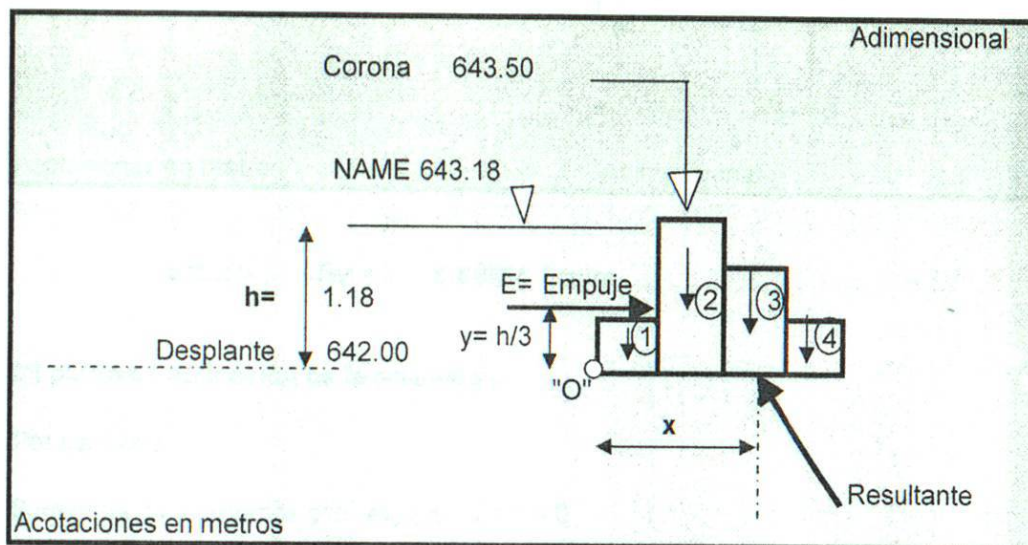
Conclusiones: La estructura no necesita vertedor

Cálculo estructural

Estructura de control No. 10

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo libre =	0.32	Unidad m
Ancho gavión (a)=	1	m
No. de bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura.

$$E = 0.70 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

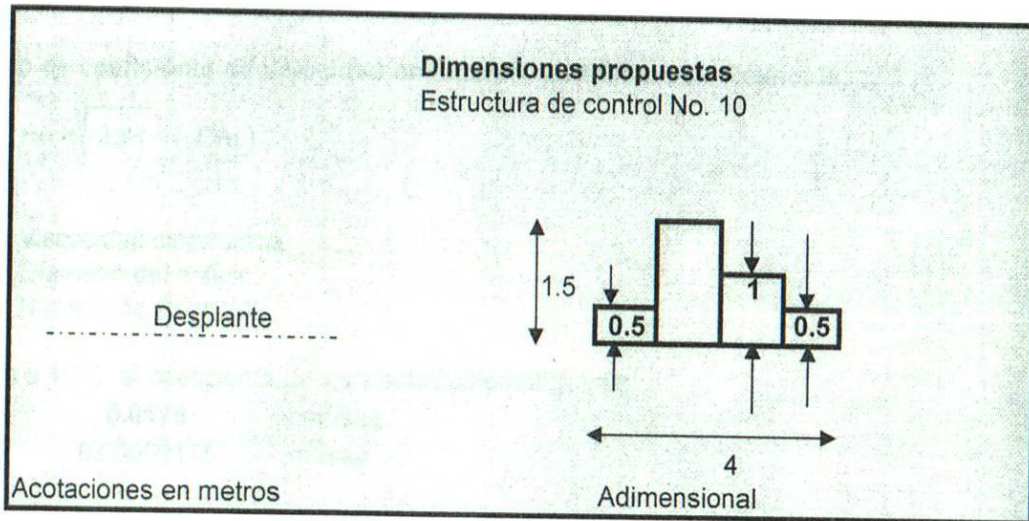
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= R_x \\ \Rightarrow R_x &= 0.70 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = R_y$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 5.60764 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 11.0886$$

$$x = 1.97742 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta.

Por lo tanto: La estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea.

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico.

Aplicando la ec. De Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

Donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio.
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía.
g Constante de gravedad.
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua.

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds.

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde

- ν = Viscosidad cinématica.
 D = Diámetro del orificio.
 Re = Número de Reynolds.

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\nu = 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg}$$

$$\nu = 0.00000175 \text{ m}^2/\text{seg}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.09E+05$$

$$\begin{array}{l} \Rightarrow \\ \text{Por lo tanto} \end{array} \quad \begin{array}{l} Cv = 0.98 \\ V = 3.59 \text{ m/s} \end{array}$$

De las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$ay = -g$$

$$Vy = -gt + V_{0y}$$

$$y = -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0$$

En "x"

$$ax = 0$$

$$Vx = V_{0x}$$

$$x = V_{0x}t + x_0$$

Pero

$$V_{0y} = \text{cero}$$

$$x_0 = \text{cero}$$

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 V_y &= -gt \\
 y &= -\frac{1}{2}gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 V_x &= V_{0x} \\
 x &= V_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 V_{0x} &= 3.59 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = \frac{1}{2}gt^2$$

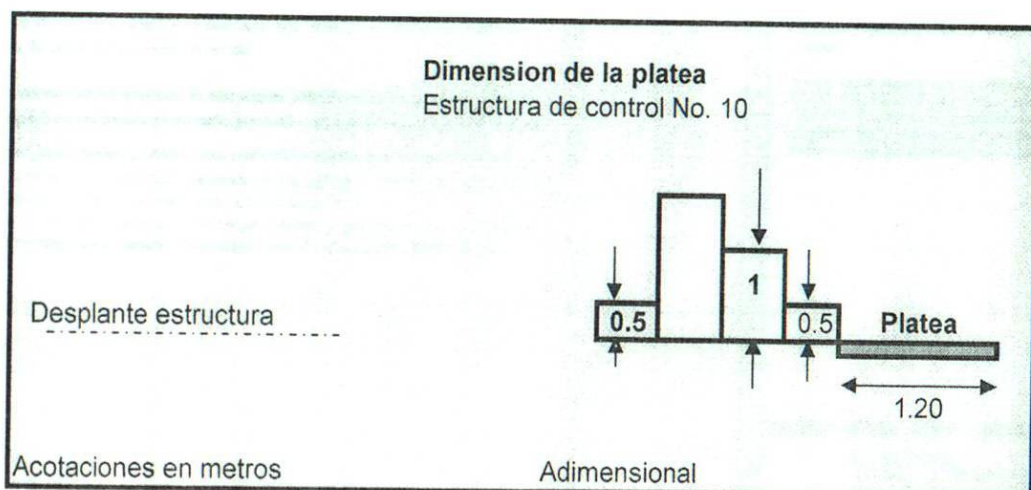
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.1469 \text{ m}$$

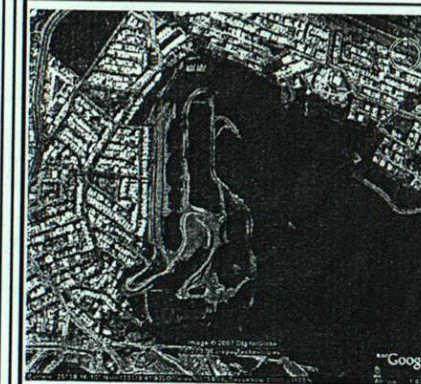
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.20 \text{ m}$$





Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	○
Diámetro de la tubería	∅
Nivel del espejo de agua	≡

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm³, se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Tomichelli, afectado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

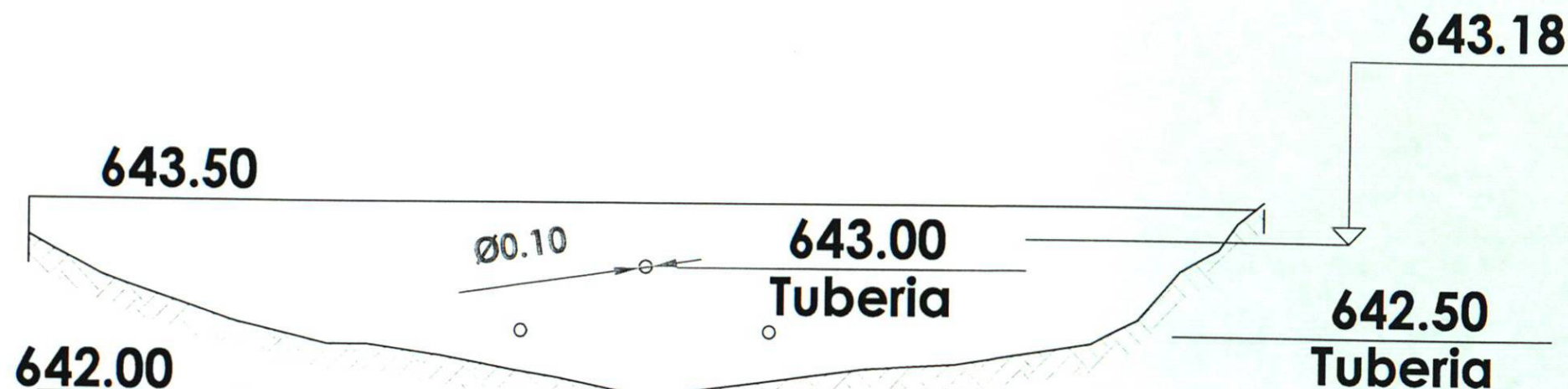
0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

Acotaciones:

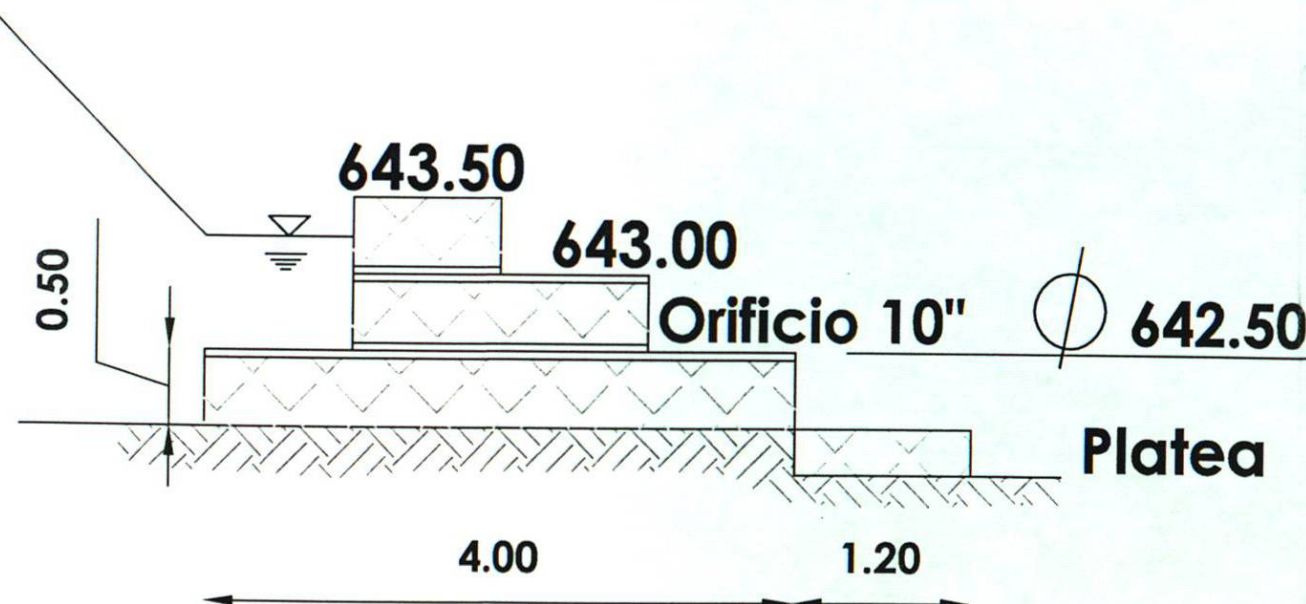
Metros.

10



VISTA FRONTAL

643.18



VISTA LATERAL

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm²

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torción, y las torciones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por los general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura. El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.

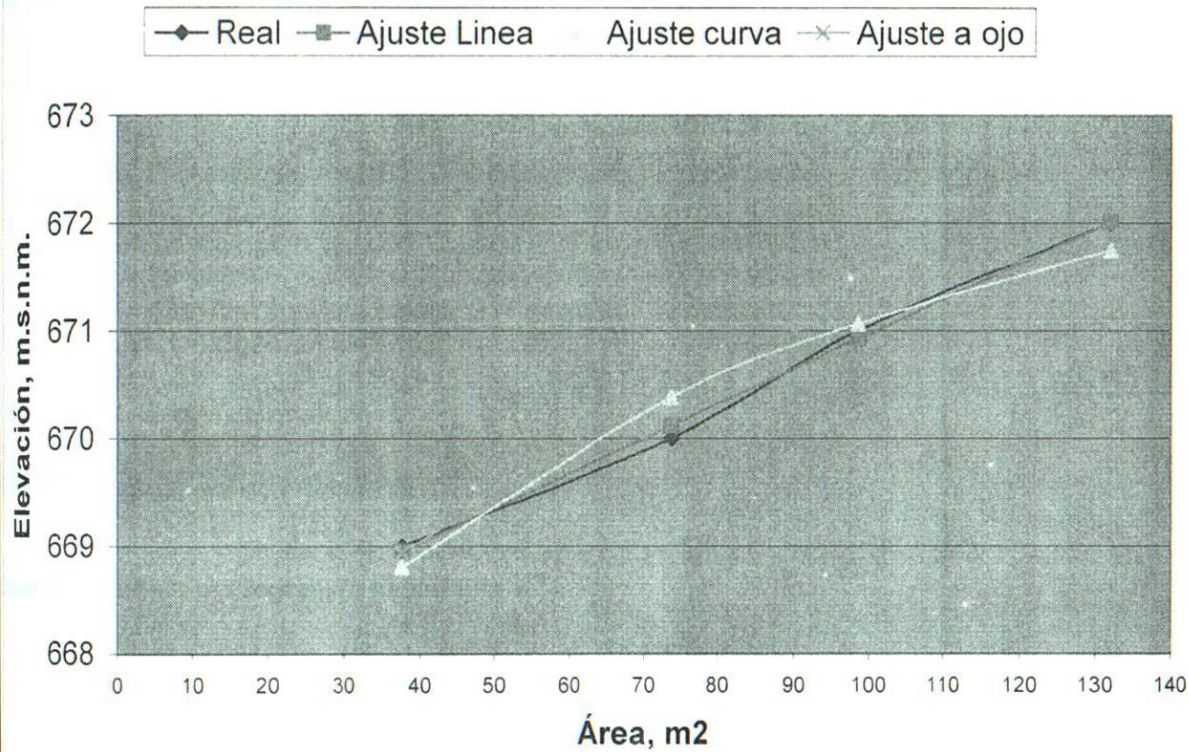
Estructura de Control No 10
Balcones del Campestre

Estructura de control No. 11

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 11
Determinación de la curva Área vs Elevación

Área (m²)	E (m.s.n.m)	E AjusRecta	E Ajus Regres.	E Ajus curva ojo
0	668	-	-	-
37.56	669	668.9523733	668.8085216	668.9356805
73.66	670	670.1189302	670.3812799	670.5144366
98.66	671	670.926795	671.0648012	671.2005688
131.93	672	672.0019015	671.745206	671.8835751

Estructura de control No. 11



Regresión lineal

	Área (m²)	E (m.s.n.m)		
i	Xi	Yi	x*y	x²
1	37.56	669	25127.64	1410.7536
2	73.66	670	49352.2	5425.7956
3	98.66	671	66200.86	9733.7956
4	131.93	672	88656.96	17405.5249
Suma	341.81	2682.00	229337.66	33975.87

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A **b**
667.7386372 **0.032314594**

Resolviendo matricialmente

4	341.81	2682
341.81	33975.87	229337.66
1	85.4525	670.5
0	-13.9473704	-0.45070361

1	85.4525	670.5
0	1	0.0323146

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$x=Ln(Area)$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area) _i	LnE _i	Ln(Area) _i *LnE _i	(Ln(Area) _i) ²
1	3.625939654	6.50578406	23.58958041	13.14743838
2	4.299459911	6.507277712	27.97777965	18.48535553
3	4.591679596	6.508769137	29.88618244	21.08352151
4	4.882271479	6.510258341	31.78484862	23.83657479
Suma	17.39935064	26.03208925	113.2383911	76.55289021

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.49285	0.00349	660.40466

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=a*A^b$

4	17.39935064	26.03208925
17.39935064	76.55289021	113.2383911
1	4.34983766	6.508022313
-1	-4.39975559	-6.508196395
1	4.34983766	6.508022313
0	-0.04991793	-0.000174083
1	4.34983766	6.508022313
0	1	0.003487381

$$b = 0.003487381$$

$$A = 6.492852772$$

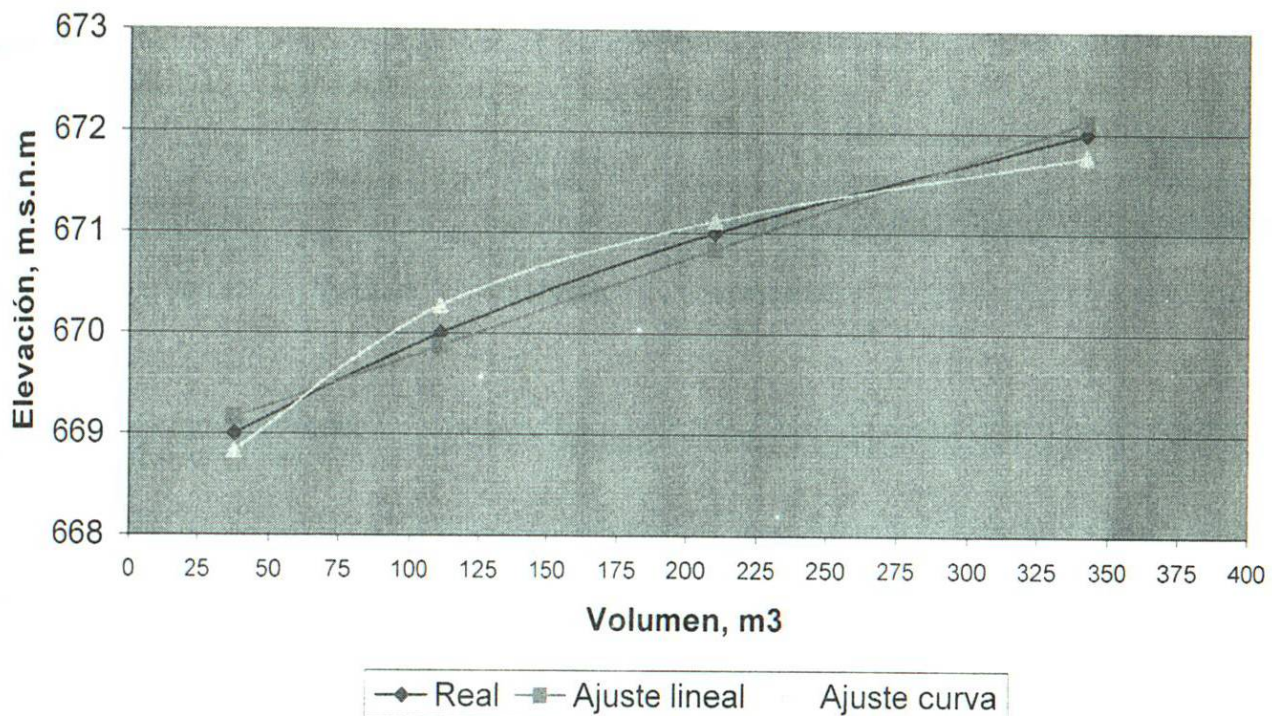
$$a = 660.4046617$$

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 11

Determinación de la curva Volumen vs Elevación

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E AjusteForm	Vol por curva (m ³)
0	0.0	668	-	-	-
37.56	37.56	669	669.16	668.83	37.56
73.66	111.22	670	669.88	670.28	73.66
98.66	209.88	671	670.84	671.12	98.66
131.93	341.81	672	672.12	671.77	131.93

Estructura de control No. 11



	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
i	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	37.56	669	3.625939654	6.50578406	23.58958041	13.14743838
2	111.22	670	4.711510222	6.507277712	30.65910546	22.19832857
3	209.88	671	5.346535939	6.508769137	34.79936811	28.58544655
4	341.81	672	5.834255027	6.510258341	37.98250745	34.03853172
Suma			19.51824084	26.03208925	127.0305614	97.96974521

$$E = aV^b$$

Haciendo:

$$y = \ln E$$

$$x = \ln V$$

$$A = \ln a$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A

6.498342045

b

0.00198384

a

664.0397709

$$\ln E = \ln a + b \ln V$$

n = 4

Resolviendo matricialmente

	4	19.5182408	26.03208925
	19.5182408	97.9697452	127.0305614
	1	4.87956021	6.508022313
	-1	-5.01939422	-6.508299721
	1	4.87956021	6.508022313
	0	-0.13983401	-0.000277408
	1	4.87956021	6.508022313
	0	1	0.00198384
	b =	0.00198384	
	A =	6.498342045	
	a =	664.0397709	

Regresión lineal

	Vol (m3)	E (m.s.n.m)			
i	Xi	Yi	x*y	x ²	
1	37.56	669	25127.64	1410.7536	Resolviendo el sistema de ecuaciones:
2	111.22	670	74517.4	12369.8884	
3	209.88	671	140829.48	44049.6144	
4	341.81	672	229696.32	116834.0761	
Suma	700.47	2682.00	470170.84	174664.33	
					A
					b
					668.7969582
					0.009725138

4	700.47	2682		1	175.1175	670.5
700.47	174664.33	470170.84		0	1	0.009725138
1	175.1175	670.5				
0	-74.2355522	-0.72195098				

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC11
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m ³ /s)	dt (min)
1.415	2.039	5.444	0.408	0.20

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para $0 < t < t_p$

$$Q = bt$$

$$b = 0.2002$$

Entonces $Q = 0.2002 \quad t$

$$dt = 0.20$$

t (hr)	Q (m ³ /s)
0.00	0.000
0.20	0.040
0.40	0.080
0.60	0.120
0.80	0.160
1.00	0.200
1.20	0.240
1.40	0.280
1.60	0.320
1.80	0.360
2.00	0.400
2.04	0.408
2.20	0.389
2.40	0.365
2.60	0.341
2.80	0.317
3.00	0.293
3.20	0.269
3.40	0.245
3.60	0.221
3.80	0.197
4.00	0.173
4.20	0.149
4.40	0.125
4.60	0.101
4.80	0.077
5.00	0.053
5.20	0.029
5.44	0.000
Qmax	0.408

Ecuación de la recta para el dominio:
para $t_p < t < t_b$

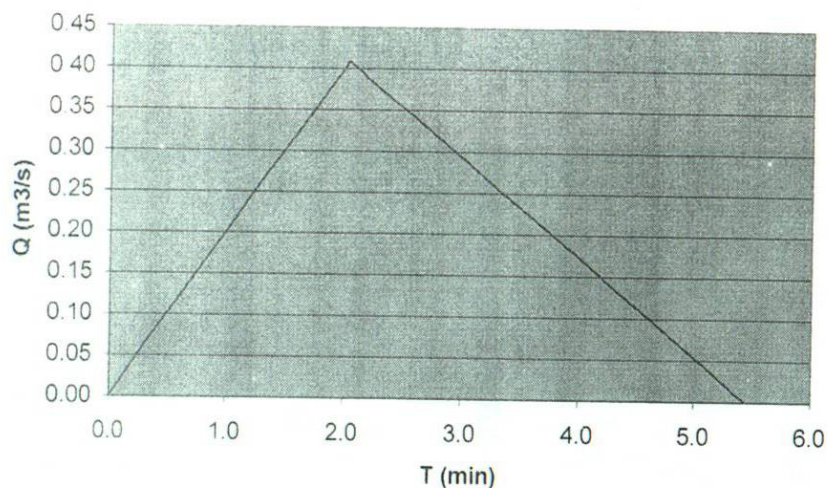
$$Q = a - mt$$

$$m = 0.1199$$

$$a = 0.6525$$

Entonces $Q = 0.6525 - 0.1199 \quad t$

Estructura de control No. 11



Nota:

- Las unidades de gastos están en m^3/seg
- Las unidades de tiempo están en hrs
- Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico. $t_p = \sqrt{t_c + 0.6t_c}$
- Ecuación de Mockus para el tiempo base $t_b = 2.67t_p$

Tránsito de una avenida de un TR= 20 años en el embalse de la Estructura No. 11

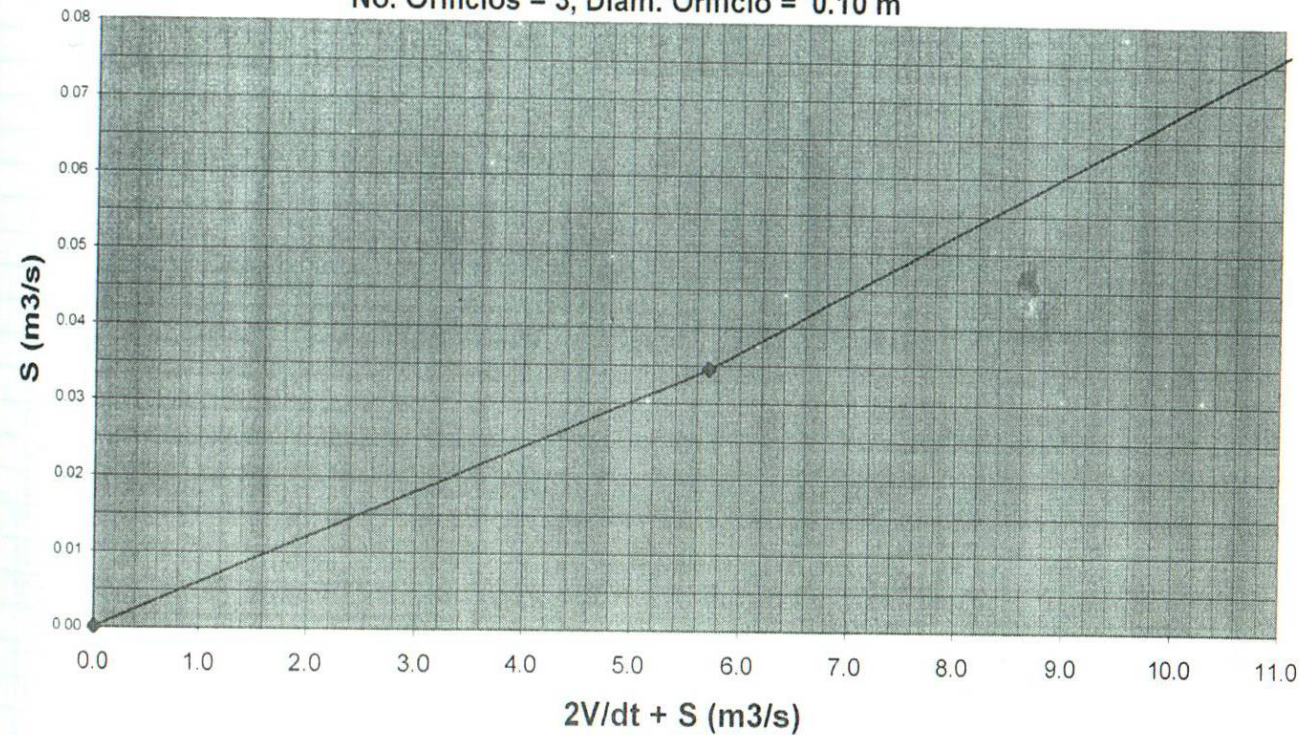
a) Curva (2V/dT) + S contra S
min segundos
dt= 0.25 15

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m	Long. ,b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
670.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	668.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2 ^o lecho	669.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m³)	2V/dt + S (m³/s)	S (m³/s)
668.00	0.00	0.000	0.000
669.00	42.58	5.711	0.034
670.00	90.40	12.138	0.085
671.00	191.72	26.110	0.548
672.00	406.13	55.517	1.365

Estructura de control No. 11

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1 t min	2 i	3 I_i m^3/s	4 $I_i + I_{i+1}$ m^3/s	5 $2V_i/dt - S_i$ m^3/s	6 $2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$ m^3/s	7 S_i m^3/s	8 V_i m^3	9 E_i m	10 A_i m^2
0.00	0	0.00	0.040	0.000	0.040	0.000	0.00	668.00	8.09
0.25	1	0.04	0.120	0.040	0.160	0.000	0.30	668.80	32.84
0.50	2	0.08	0.200	0.158	0.358	0.001	1.19	668.81	33.11
0.75	3	0.12	0.280	0.354	0.635	0.002	2.67	668.82	33.55
1.00	4	0.16	0.360	0.627	0.987	0.004	4.73	668.84	34.17
1.25	5	0.20	0.440	0.975	1.415	0.006	7.36	668.87	34.96
1.50	6	0.24	0.520	1.399	1.920	0.008	10.55	668.90	35.93
1.75	7	0.28	0.600	1.896	2.496	0.012	14.31	668.94	37.06
2.00	8	0.32	0.681	2.466	3.147	0.015	18.61	668.98	38.35
2.25	9	0.36	0.761	3.109	3.869	0.019	23.46	669.03	39.81
2.50	10	0.40	0.808	3.823	4.632	0.023	28.85	669.08	41.43
2.75	11	0.41	0.797	4.576	5.373	0.028	34.53	669.13	43.14
3.00	12	0.39	0.754	5.309	6.062	0.032	40.05	669.19	44.80
3.25	13	0.36	0.706	5.988	6.694	0.037	45.19	669.24	46.35
3.50	14	0.34	0.658	6.610	7.268	0.042	49.89	669.28	47.76
3.75	15	0.32	0.610	7.176	7.786	0.046	54.16	669.32	49.05
4.00	16	0.29	0.562	7.684	8.246	0.051	58.01	669.36	50.21
4.25	17	0.27	0.514	8.138	8.652	0.054	61.44	669.39	51.24
4.50	18	0.25	0.466	8.536	9.002	0.058	64.45	669.42	52.15
4.75	19	0.22	0.418	8.882	9.300	0.060	67.06	669.45	52.93
5.00	20	0.20	0.370	9.174	9.544	0.063	69.27	669.47	53.60
5.25	21	0.17	0.322	9.416	9.738	0.064	71.10	669.49	54.15
5.50	22	0.15	0.274	9.606	9.880	0.066	72.54	669.50	54.58
5.75	23	0.13	0.226	9.746	9.973	0.067	73.60	669.51	54.90
6.00	24	0.10	0.178	9.837	10.015	0.068	74.28	669.52	55.11
6.25	25	0.08	0.130	9.879	10.009	0.068	74.60	669.52	55.20
6.50	26	0.05	0.083	9.873	9.956	0.068	74.56	669.52	55.19
6.75	27	0.03	0.029	9.820	9.849	0.068	74.16	669.52	55.07
7.00	28	0.00	0.000	9.715	9.715	0.067	73.37	669.51	54.83
7.25	29	0.00	0.000	9.583	9.583	0.066	72.37	669.50	54.53
7.50	30	0.00	0.000	9.453	9.453	0.065	71.39	669.49	54.23
7.75	31	0.00	0.000	9.325	9.325	0.064	70.42	669.48	53.94
8.00	32	0.00	0.000	9.199	9.199	0.063	69.47	669.47	53.66
8.25	33	0.00	0.000	9.075	9.075	0.062	68.53	669.46	53.37
8.50	34	0.00	0.000	8.953	8.953	0.061	67.61	669.45	53.10
8.75	35	0.00	0.000	8.833	8.833	0.060	66.70	669.45	52.82
9.00	36	0.00	0.000	8.715	8.715	0.059	65.81	669.44	52.56
9.25	37	0.00	0.000	8.599	8.599	0.058	64.93	669.43	52.29
9.50	38	0.00	0.000	8.485	8.485	0.057	64.07	669.42	52.03
9.75	39	0.00	0.000	8.373	8.373	0.056	63.22	669.41	51.78
10.00	40	0.00	0.000	8.263	8.263	0.055	62.39	669.40	51.53
10.25	41	0.00	0.000	8.155	8.155	0.054	61.57	669.40	51.28
10.50	42	0.00	0.000	8.049	8.049	0.053	60.77	669.39	51.04
10.75	43	0.00	0.000	7.945	7.945	0.052	59.98	669.38	50.80
11.00	44	0.00	0.000	7.843	7.843	0.051	59.21	669.37	50.57
11.25	45	0.00	0.000	7.743	7.743	0.050	58.45	669.37	50.34
11.50	46	0.00	0.000	7.643	7.643	0.050	57.70	669.36	50.12
11.75	47	0.00	0.000	7.545	7.545	0.049	56.96	669.35	49.89
12.00	48	0.00	0.000	7.449	7.449	0.048	56.23	669.34	49.67

12.25	49	0.00	0.000	7.353	7.353	0.048	55.51	669.34	49.46
12.50	50	0.00	0.000	7.259	7.259	0.047	54.80	669.33	49.24
12.75	51	0.00	0.000	7.167	7.167	0.046	54.10	669.32	49.03
13.00	52	0.00	0.000	7.075	7.075	0.046	53.41	669.32	48.82
13.25	53	0.00	0.000	6.985	6.985	0.045	52.73	669.31	48.62
13.50	54	0.00	0.000	6.897	6.897	0.044	52.06	669.30	48.42
13.75	55	0.00	0.000	6.809	6.809	0.044	51.40	669.30	48.22
14.00	56	0.00	0.000	6.723	6.723	0.043	50.75	669.29	48.02
14.25	57	0.00	0.000	6.637	6.637	0.043	50.10	669.28	47.83
14.50	58	0.00	0.000	6.553	6.553	0.042	49.46	669.28	47.64
14.75	59	0.00	0.000	6.471	6.471	0.041	48.84	669.27	47.45
15.00	60	0.00	0.000	6.391	6.391	0.040	48.23	669.27	47.27
15.25	61	0.00	0.000	6.311	6.311	0.040	47.63	669.26	47.09
15.50	62	0.00	0.000	6.233	6.233	0.039	47.04	669.25	46.91
15.75	63	0.00	0.000	6.157	6.157	0.038	46.46	669.25	46.73
16.00	64	0.00	0.000	6.081	6.081	0.038	45.89	669.24	46.56
16.25	65	0.00	0.000	6.007	6.007	0.037	45.33	669.24	46.39
16.50	66	0.00	0.000	5.935	5.935	0.036	44.78	669.23	46.23
16.75	67	0.00	0.000	5.863	5.863	0.036	44.24	669.23	46.07
17.00	68	0.00	0.000	5.793	5.793	0.035	43.71	669.22	45.91
17.25	69	0.00	0.000	5.725	5.725	0.034	43.19	669.22	45.75
17.50	70	0.00	0.000	5.657	5.657	0.034	42.68	669.21	45.60
17.75	71	0.00	0.000	5.589	5.589	0.034	42.17	669.21	45.44
18.00	72	0.00	0.000	5.523	5.523	0.033	41.67	669.20	45.29
18.25	73	0.00	0.000	5.459	5.459	0.032	41.18	669.20	45.15
18.50	74	0.00	0.000	5.395	5.395	0.032	40.70	669.19	45.00
18.75	75	0.00	0.000	5.331	5.331	0.032	40.22	669.19	44.86
19.00	76	0.00	0.000	5.267	5.267	0.032	39.74	669.18	44.71
19.25	77	0.00	0.000	5.203	5.203	0.032	39.26	669.18	44.57
19.50	78	0.00	0.000	5.141	5.141	0.031	38.79	669.17	44.42
19.75	79	0.00	0.000	5.079	5.079	0.031	38.33	669.17	44.29
20.00	80	0.00	0.000	5.017	5.017	0.031	37.86	669.17	44.15
20.25	81	0.00	0.000	4.957	4.957	0.030	37.40	669.16	44.01
20.50	82	0.00	0.000	4.897	4.897	0.030	36.95	669.16	43.87
20.75	83	0.00	0.000	4.837	4.837	0.030	36.50	669.15	43.74
21.00	84	0.00	0.000	4.779	4.779	0.029	36.06	669.15	43.60
21.25	85	0.00	0.000	4.721	4.721	0.029	35.63	669.14	43.47
21.50	86	0.00	0.000	4.665	4.665	0.028	35.20	669.14	43.34
21.75	87	0.00	0.000	4.609	4.609	0.028	34.78	669.14	43.22
22.00	88	0.00	0.000	4.553	4.553	0.028	34.36	669.13	43.09
22.25	89	0.00	0.000	4.499	4.499	0.027	33.95	669.13	42.97
22.50	90	0.00	0.000	4.445	4.445	0.027	33.54	669.12	42.84
22.75	91	0.00	0.000	4.391	4.391	0.027	33.14	669.12	42.72
23.00	92	0.00	0.000	4.339	4.339	0.026	32.74	669.12	42.60
23.25	93	0.00	0.000	4.287	4.287	0.026	32.35	669.11	42.49
23.50	94	0.00	0.000	4.235	4.235	0.026	31.96	669.11	42.37
23.75	95	0.00	0.000	4.183	4.183	0.026	31.57	669.10	42.25
24.00	96	0.00	0.000	4.133	4.133	0.025	31.19	669.10	42.14
24.25	97	0.00	0.000	4.083	4.083	0.025	30.81	669.10	42.02
24.50	98	0.00	0.000	4.035	4.035	0.024	30.44	669.09	41.91
24.75	99	0.00	0.000	3.987	3.987	0.024	30.08	669.09	41.80
25.00	100	0.00	0.000	3.939	3.939	0.024	29.72	669.09	41.70
25.25	101	0.00	0.000	3.891	3.891	0.024	29.36	669.08	41.59
25.50	102	0.00	0.000	3.845	3.845	0.023	29.01	669.08	41.48

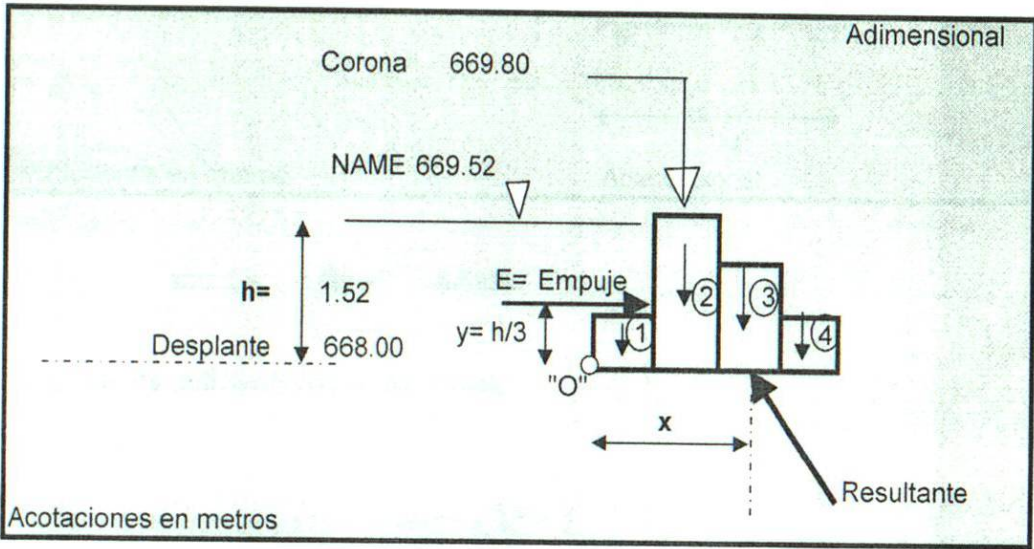
Qmax_s = 0.068 NAME 669.52 55.20

Conclusiones: La estructura no necesita vertedor

Cálculo estructural
Estructura de control No. 11

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
		Unidad
Bordo libre =	0.28	m
Ancho gavión (a)=	1	m
No. de bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas.

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura.

$E = 1.16 \text{ Ton /m}$

2.2 Cálculo de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

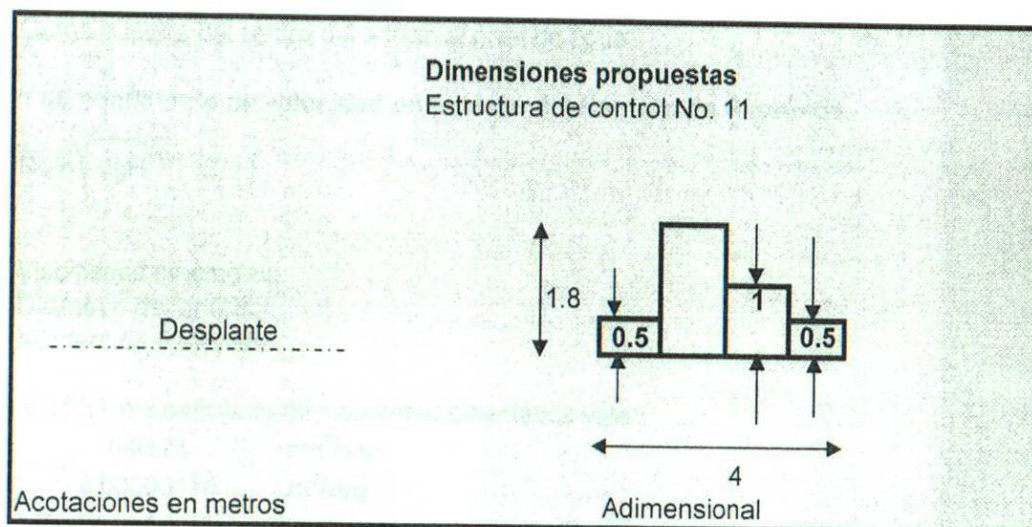
$E = R_x$
 $R_x = 1.16 \text{ Ton /m}$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = R_y$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 6.08397 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 12.1141$$

$$x = 1.99115 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta.

Por lo tanto: La estructura es correcta.

5.- Cálculo de la platea.

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico.

Aplicando la ec. De Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

Donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio.
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía.
g Constante de gravedad.
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua.

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds.

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde

- ν = Viscosidad cinématica.
 D = Diámetro del orificio.
 Re = Número de Reynolds.

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\nu = 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg}$$

$$\nu = 0.00000175 \text{ m}^2/\text{seg}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.56E+05$$

$$\begin{array}{l} \Rightarrow \\ \text{Por lo tanto} \end{array} \quad \begin{array}{l} Cv = 0.98 \\ V = 4.39 \text{ m/s} \end{array}$$

De las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$ay = -g$$

$$Vy = -gt + V_{0y}$$

$$y = -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0$$

En "x"

$$ax = 0$$

$$Vx = V_{0x}$$

$$x = V_{0x}t + x_0$$

Pero

V_{0y} = cero

x_0 = cero

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 V_y &= -gt \\
 y &= -1/2 gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 V_x &= V_{0x} \\
 x &= V_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 V_{0x} &= 4.39 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

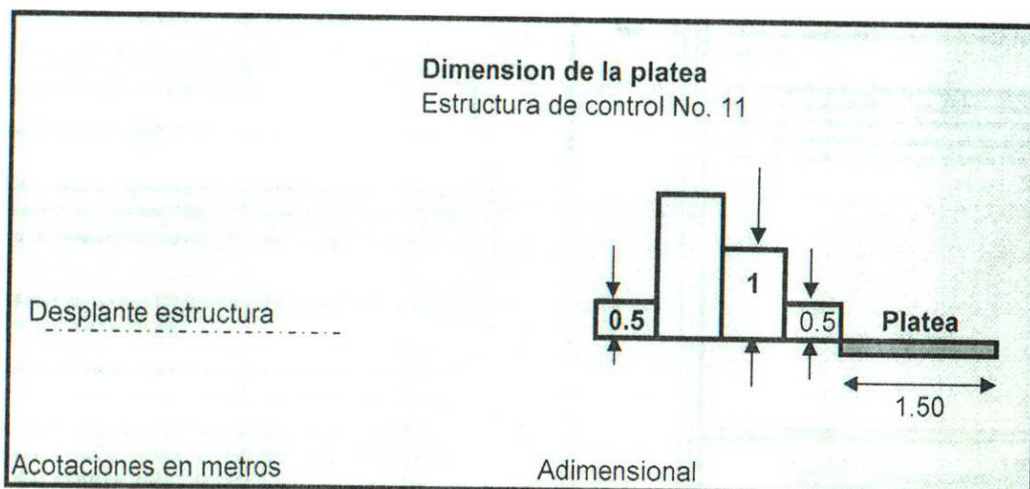
$$\begin{aligned}
 y_0 &= 1/2 g t^2 \\
 t &= 0.3193 \text{ seg}
 \end{aligned}$$

Sustituyendo t en la ecuación 2.

$$X = 1.4014 \text{ m}$$

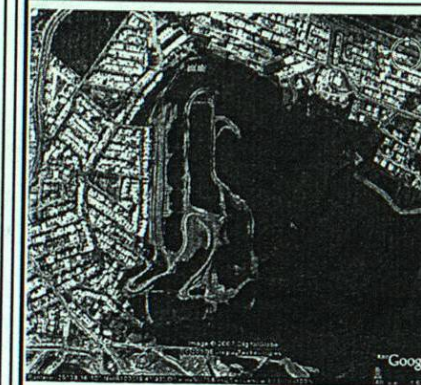
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.50 \text{ m}$$





Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	o
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	▽

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

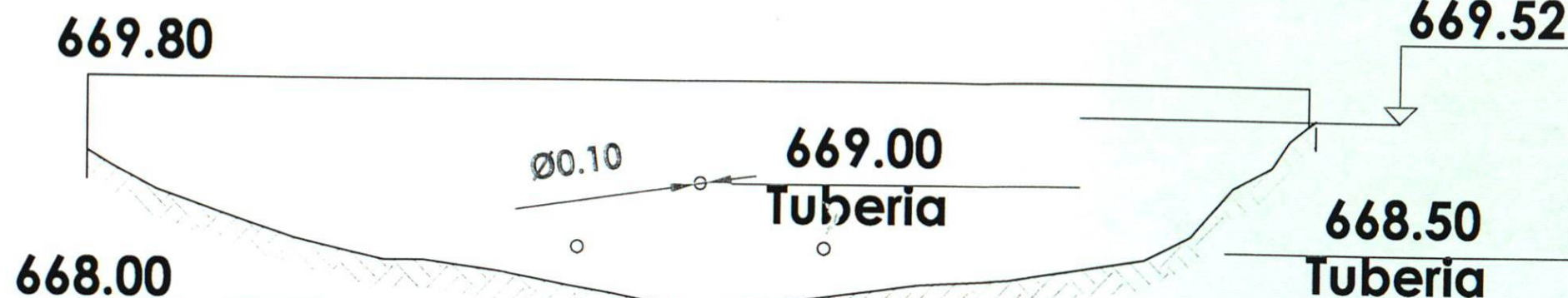
0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

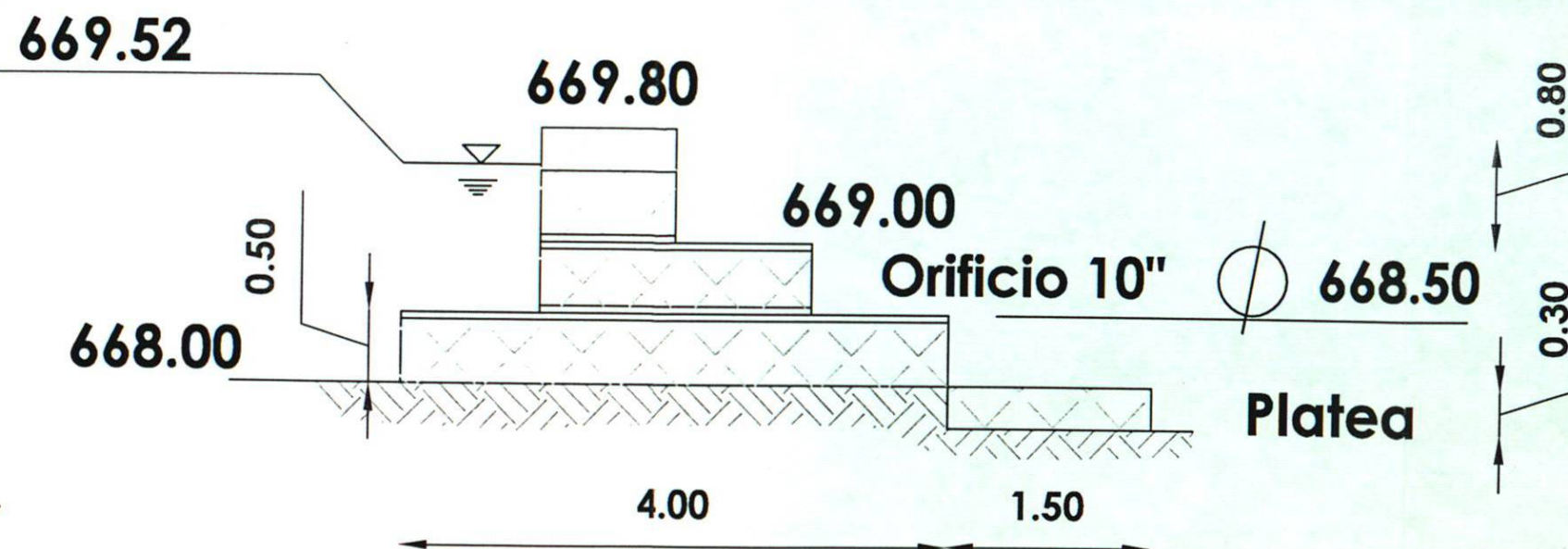
Acotaciones:

Metros.

11



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm²

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torción, y las torciones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por los general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura.

El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.

Estructura de Control No 11
Balcones del Campestre

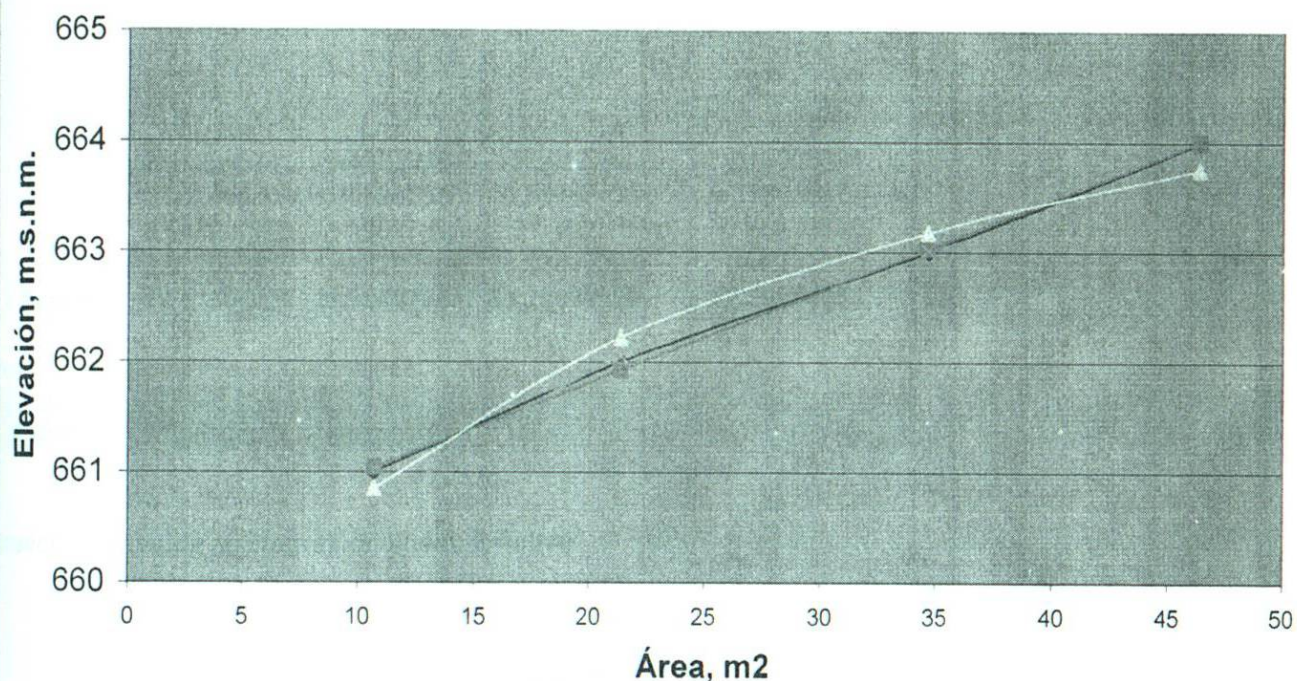
Estructura de control No. 12

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 12
Determinación de la curva área vs elevación

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E Ajuste Recta	E Ajuste Regres.	E Ajuste curva ojo
0	660	-	-	-
10.7	661	661.0414146	660.8495762	660.6812636
21.38	662	661.9275177	662.2191169	662.0546839
34.65	663	663.028509	663.1760986	663.0143819
46.39	664	664.0025587	663.7550827	663.5950113

Estructura de control No. 12

—◆— Real
—■— Ajuste Linea
—▲— Ajuste curva
—✱— Ajuste a ojo



Regresión lineal

Área (m²) E (m.s.n.m)

i	Xi	Yi	x*y	x ²
1	10.70	661	7072.7	114.4900
2	21.38	662	14153.56	457.1044
3	34.65	663	22972.95	1200.6225
4	46.39	664	30802.96	2152.0321
Suma	113.12	2650.00	75002.17	3924.25

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
660.1536521	0.082968453

Resolviendo matricialmente

4	113.12	2650	1	28.28	662.5
113.12	3924.25	75002.17	0	1	0.082968453
1	28.28	662.5			
0	-6.41102723	-0.53191301			

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$x=Ln(Area)$$

$$n=4$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area)i	LnEi	Ln(Area)i*LnEi	(Ln(Area)i) ²
1	2.370243741	6.49375384	15.3917794	5.618055394
2	3.062455906	6.495265556	19.89146436	9.378636174
3	3.545297726	6.49677499	23.0330016	12.56913596
4	3.837083919	6.498282149	24.93445394	14.723213
Suma	12.81508129	25.98407654	83.25069929	42.28904053

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.48644	0.00299	656.18147

Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=(a)(A)^b$

4	12.81508129	25.98407654
12.81508129	42.28904053	83.25069929
1	3.203770323	6.496019134
-1	-3.29994321	-6.496306765
1	3.203770323	6.496019134
0	-0.09617289	-0.000287631
1	3.203770323	6.496019134
0	1	0.002990773

$$b = 0.002990773$$

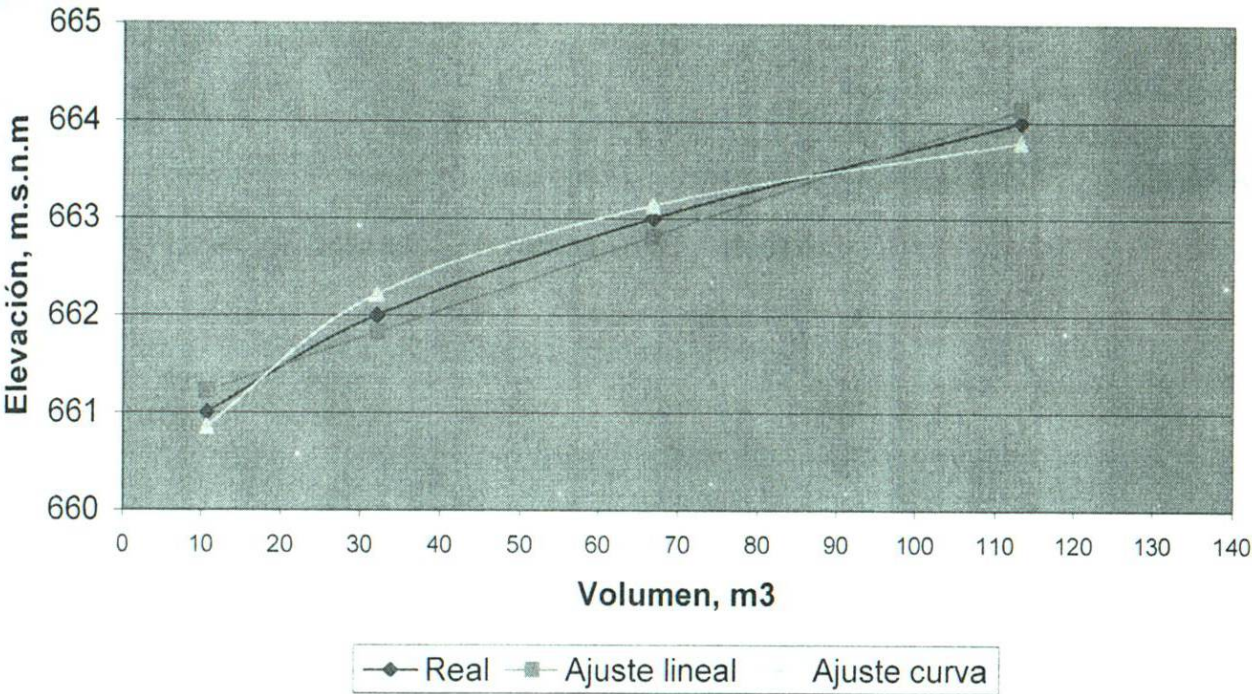
$$A = 6.486437384$$

$$a = 656.1814706$$

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 12
Determinación de la curva volumen vs elevación

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajus lineal	E AjusForm	Vol por curva (m ³)
0	0.0	660	-	-	-
10.7	10.70	661	661.22	660.85	10.70
21.38	32.08	662	661.83	662.22	21.38
34.65	66.73	663	662.82	663.13	34.65
46.39	113.12	664	664.14	663.79	46.39

Estructura de control No. 12



	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
i	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	10.70	661	2.370243741	6.49375384	15.3917794	5.618055394
2	32.08	662	3.468232783	6.495265556	22.52709294	12.02863864
3	66.73	663	4.200654627	6.49677499	27.29070792	17.64549929
4	113.12	664	4.728449202	6.498282149	30.72679705	22.35823186
Suma			14.76758035	25.98407654	95.9363773	57.65042518

$E=aV^b$
 $\ln E = \ln a + b \ln V$
 $n=4$

Haciendo:

$y=\ln E$
 $x=\ln V$
 $A=\ln a$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A

6.489068657

b

0.001882631

a

657.910337

Resolviendo matricialmente

4	14.7675804	25.98407654
14.7675804	57.6504252	95.9363773

1	3.69189509	6.496019134
-1	-3.90385045	-6.496418168

1	3.69189509	6.496019134
0	-0.21195536	-0.000399034

1	3.69189509	6.496019134
0	1	0.001882631

$$b = 0.001882631$$

$$A = 6.489068657$$

$$a = 657.910337$$

Regresión lineal

Vol (m3) E (m.s.n.m)

i	Xi	Yi	x*y
1	10.70	661	7072.7
2	32.08	662	21236.96
3	66.73	663	44241.99
4	113.12	664	75111.68
Suma	222.63	2650.00	147663.33

 x^2

114.4900
1029.1264
4452.8929
12796.1344
18392.64

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
660.9146053	0.028484835

4	222.63	2650
222.63	18392.64	147663.33

1	55.6575	662.5
0	1	0.028484835

1	55.6575	662.5
0	-26.9577976	-0.76788842

Proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC12
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. - DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m³/s)	dt (min)
1.357	1.979	5.284	0.258	0.20

1. - DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para 0<t<tp

$Q = bt$

$b = 0.1304$

Entonces $Q = 0.1304 \quad t$

$dt = 0.20$

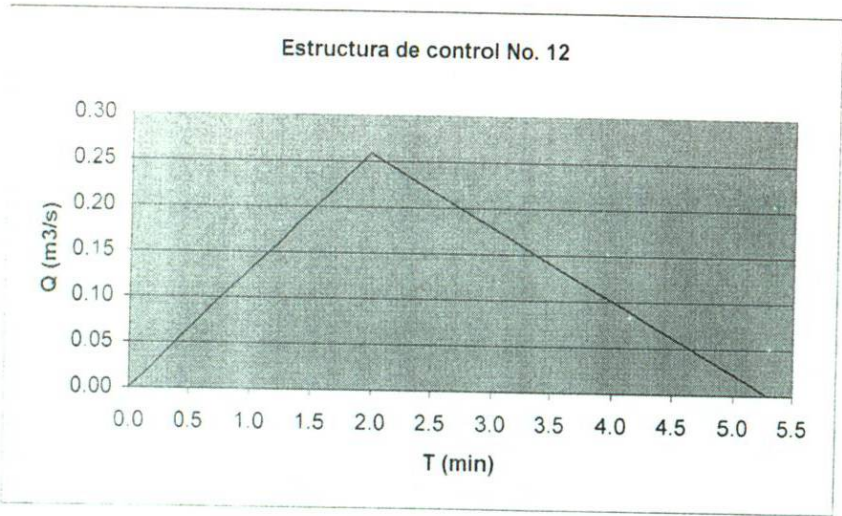
t (hr)	Q (m³/s)
0.00	0.000
0.20	0.026
0.40	0.052
0.60	0.078
0.80	0.104
1.00	0.130
1.20	0.157
1.40	0.183
1.60	0.209
1.80	0.235
1.98	0.258
2.00	0.256
2.20	0.241
2.40	0.225
2.60	0.210
2.80	0.194
3.00	0.178
3.20	0.163
3.40	0.147
3.60	0.131
3.80	0.116
4.00	0.100
4.20	0.085
4.40	0.069
4.60	0.053
4.80	0.038
5.00	0.022
5.20	0.007
5.28	0.000
Qmax	0.258

Ecuación de la recta para el dominio:
para tp<t<tb
 $Q = a - mt$

$m = 0.0781$

$a = 0.4127$

Entonces $Q = 0.4127 - 0.0781 \quad t$



Nota:

- a) Las unidades de gastos estan en m³/seg
- b) Las unidades de tiempo estan en hrs
- c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico. $tp = \sqrt{tc} + 0.6tc$
- d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $tb = 2.67tp$

Tránsito de una avenida de un $T_r = 20$ años en el embalse de la estructura No. 12

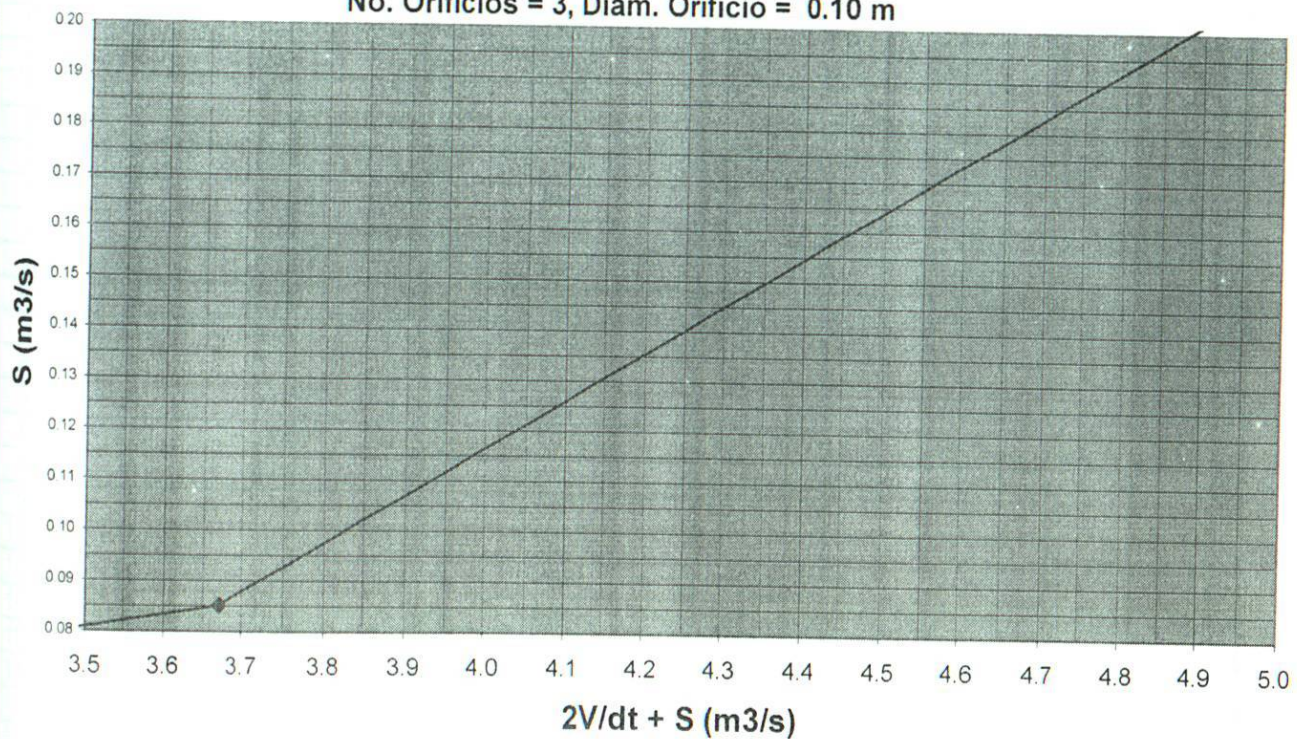
a) Curva $(2V/dt) + S$ contra S
 min segundos
 $dt = 0.25 \quad 15$

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m.	Long. ,b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
662.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	660.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2 ^o lecho	661.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m ³)	$2V/dt + S$ (m ³ /s)	S (m ³ /s)
660.00	0.00	0.000	0.000
661.00	12.04	1.640	0.034
662.00	26.89	3.670	0.085
663.00	59.94	8.540	0.548
664.00	133.48	19.163	1.365

Estructura de control No. 12

No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1 t min	2 i	3 I_i m^3/s	4 $I_i + I_{i+1}$ m^3/s	5 $2V_i/dt - S_i$ m^3/s	6 $2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$ m^3/s	7 S_i m^3/s	8 V_i m^3	9 E_i m	10 A_i m^2
0.00	0	0.00	0.026	0.000	0.026	0.000	0.00	660.00	0.00
0.25	1	0.03	0.078	0.026	0.104	0.000	0.20	660.92	9.24
0.50	2	0.05	0.130	0.100	0.231	0.002	0.77	660.94	9.44
0.75	3	0.08	0.183	0.221	0.403	0.005	1.69	660.96	9.75
1.00	4	0.10	0.235	0.387	0.622	0.008	2.97	661.00	10.19
1.25	5	0.13	0.287	0.596	0.883	0.013	4.57	661.04	10.74
1.50	6	0.16	0.339	0.847	1.186	0.018	6.49	661.10	11.40
1.75	7	0.18	0.391	1.136	1.528	0.025	8.71	661.16	12.16
2.00	8	0.21	0.443	1.464	1.907	0.032	11.22	661.23	13.02
2.25	9	0.23	0.493	1.825	2.318	0.041	13.99	661.31	13.98
2.50	10	0.26	0.515	2.214	2.728	0.052	16.99	661.40	15.01
2.75	11	0.26	0.497	2.600	3.098	0.064	19.98	661.48	16.03
3.00	12	0.24	0.466	2.956	3.422	0.071	22.70	661.56	16.97
3.25	13	0.23	0.435	3.264	3.699	0.079	25.07	661.63	17.78
3.50	14	0.21	0.404	3.523	3.926	0.088	27.08	661.69	18.47
3.75	15	0.19	0.372	3.706	4.078	0.110	28.62	661.73	19.00
4.00	16	0.18	0.341	3.846	4.188	0.116	29.72	661.76	19.37
4.25	17	0.16	0.310	3.920	4.229	0.134	30.40	661.78	19.61
4.50	18	0.15	0.279	3.953	4.232	0.138	30.69	661.79	19.71
4.75	19	0.13	0.247	3.954	4.201	0.139	30.70	661.79	19.71
5.00	20	0.12	0.216	3.929	4.145	0.136	30.49	661.78	19.64
5.25	21	0.10	0.185	3.885	4.070	0.130	30.12	661.77	19.51
5.50	22	0.08	0.154	3.826	3.980	0.122	29.61	661.76	19.34
5.75	23	0.07	0.122	3.748	3.870	0.116	28.98	661.74	19.12
6.00	24	0.05	0.091	3.662	3.753	0.104	28.25	661.72	18.87
6.25	25	0.04	0.060	3.567	3.627	0.093	27.45	661.70	18.60
6.50	26	0.02	0.029	3.459	3.488	0.084	26.58	661.67	18.30
6.75	27	0.01	0.007	3.328	3.335	0.080	25.56	661.64	17.95
7.00	28	0.00	0.000	3.183	3.183	0.076	24.44	661.61	17.56
7.25	29	0.00	0.000	3.039	3.039	0.072	23.33	661.58	17.18
7.50	30	0.00	0.000	2.901	2.901	0.069	22.27	661.55	16.82
7.75	31	0.00	0.000	2.769	2.769	0.066	21.26	661.52	16.47
8.00	32	0.00	0.000	2.645	2.645	0.062	20.30	661.49	16.14
8.25	33	0.00	0.000	2.525	2.525	0.060	19.38	661.47	15.83
8.50	34	0.00	0.000	2.413	2.413	0.056	18.51	661.44	15.53
8.75	35	0.00	0.000	2.305	2.305	0.054	17.69	661.42	15.24
9.00	36	0.00	0.000	2.203	2.203	0.051	16.90	661.40	14.97
9.25	37	0.00	0.000	2.107	2.107	0.048	16.16	661.37	14.72
9.50	38	0.00	0.000	2.015	2.015	0.046	15.45	661.35	14.48
9.75	39	0.00	0.000	1.927	1.927	0.044	14.78	661.34	14.25
10.00	40	0.00	0.000	1.843	1.843	0.042	14.13	661.32	14.02
10.25	41	0.00	0.000	1.765	1.765	0.039	13.53	661.30	13.82
10.50	42	0.00	0.000	1.689	1.689	0.038	12.95	661.28	13.62
10.75	43	0.00	0.000	1.617	1.617	0.036	12.39	661.27	13.43
11.00	44	0.00	0.000	1.549	1.549	0.034	11.87	661.25	13.25
11.25	45	0.00	0.000	1.485	1.485	0.032	11.37	661.24	13.08
11.50	46	0.00	0.000	1.423	1.423	0.031	10.90	661.23	12.91
11.75	47	0.00	0.000	1.363	1.363	0.030	10.44	661.21	12.76
12.00	48	0.00	0.000	1.305	1.305	0.029	10.00	661.20	12.61

12.25	49	0.00	0.000	1.249	1.249	0.028	9.57	661.19	12.46
12.50	50	0.00	0.000	1.197	1.197	0.026	9.17	661.18	12.32
12.75	51	0.00	0.000	1.147	1.147	0.025	8.79	661.16	12.19
13.00	52	0.00	0.000	1.099	1.099	0.024	8.42	661.15	12.06
13.25	53	0.00	0.000	1.053	1.053	0.023	8.07	661.14	11.94
13.50	54	0.00	0.000	1.009	1.009	0.022	7.73	661.13	11.83
13.75	55	0.00	0.000	0.967	0.967	0.021	7.41	661.13	11.71
14.00	56	0.00	0.000	0.927	0.927	0.020	7.10	661.12	11.61
14.25	57	0.00	0.000	0.889	0.889	0.019	6.81	661.11	11.51
14.50	58	0.00	0.000	0.853	0.853	0.018	6.53	661.10	11.41
14.75	59	0.00	0.000	0.817	0.817	0.018	6.26	661.09	11.32
15.00	60	0.00	0.000	0.783	0.783	0.017	6.00	661.09	11.23
15.25	61	0.00	0.000	0.751	0.751	0.016	5.75	661.08	11.15
15.50	62	0.00	0.000	0.719	0.719	0.016	5.51	661.07	11.06
15.75	63	0.00	0.000	0.689	0.689	0.015	5.28	661.06	10.98
16.00	64	0.00	0.000	0.661	0.661	0.014	5.06	661.06	10.91
16.25	65	0.00	0.000	0.633	0.633	0.014	4.85	661.05	10.84
16.50	66	0.00	0.000	0.607	0.607	0.013	4.65	661.05	10.77
16.75	67	0.00	0.000	0.581	0.581	0.013	4.45	661.04	10.70
17.00	68	0.00	0.000	0.557	0.557	0.012	4.26	661.04	10.64
17.25	69	0.00	0.000	0.533	0.533	0.012	4.08	661.03	10.57
17.50	70	0.00	0.000	0.511	0.511	0.011	3.91	661.03	10.51
17.75	71	0.00	0.000	0.489	0.489	0.011	3.75	661.02	10.46
18.00	72	0.00	0.000	0.469	0.469	0.010	3.59	661.02	10.40
18.25	73	0.00	0.000	0.449	0.449	0.010	3.44	661.01	10.35
18.50	74	0.00	0.000	0.431	0.431	0.009	3.30	661.01	10.30
18.75	75	0.00	0.000	0.413	0.413	0.009	3.16	661.00	10.26
19.00	76	0.00	0.000	0.397	0.397	0.008	3.03	661.00	10.21
19.25	77	0.00	0.000	0.381	0.381	0.008	2.91	661.00	10.17
19.50	78	0.00	0.000	0.365	0.365	0.008	2.79	660.99	10.13
19.75	79	0.00	0.000	0.351	0.351	0.007	2.68	660.99	10.09
20.00	80	0.00	0.000	0.337	0.337	0.007	2.58	660.99	10.06
20.25	81	0.00	0.000	0.323	0.323	0.007	2.47	660.99	10.02
20.50	82	0.00	0.000	0.309	0.309	0.007	2.37	660.98	9.98
20.75	83	0.00	0.000	0.297	0.297	0.006	2.27	660.98	9.95
21.00	84	0.00	0.000	0.285	0.285	0.006	2.18	660.98	9.92
21.25	85	0.00	0.000	0.273	0.273	0.006	2.09	660.97	9.89
21.50	86	0.00	0.000	0.261	0.261	0.006	2.00	660.97	9.86
21.75	87	0.00	0.000	0.249	0.249	0.006	1.91	660.97	9.83
22.00	88	0.00	0.000	0.239	0.239	0.005	1.83	660.97	9.80
22.25	89	0.00	0.000	0.229	0.229	0.005	1.75	660.96	9.77
22.50	90	0.00	0.000	0.219	0.219	0.005	1.68	660.96	9.75
22.75	91	0.00	0.000	0.209	0.209	0.005	1.60	660.96	9.72
23.00	92	0.00	0.000	0.201	0.201	0.004	1.53	660.96	9.70
23.25	93	0.00	0.000	0.193	0.193	0.004	1.47	660.96	9.68
23.50	94	0.00	0.000	0.185	0.185	0.004	1.41	660.95	9.66
23.75	95	0.00	0.000	0.177	0.177	0.004	1.35	660.95	9.64
24.00	96	0.00	0.000	0.169	0.169	0.004	1.29	660.95	9.62
24.25	97	0.00	0.000	0.161	0.161	0.004	1.23	660.95	9.60
24.50	98	0.00	0.000	0.155	0.155	0.003	1.18	660.95	9.58
24.75	99	0.00	0.000	0.149	0.149	0.003	1.14	660.95	9.56
25.00	100	0.00	0.000	0.143	0.143	0.003	1.09	660.95	9.55
25.25	101	0.00	0.000	0.137	0.137	0.003	1.05	660.94	9.53
25.50	102	0.00	0.000	0.133	0.133	0.002	1.01	660.94	9.52

$Q_{max_e} = 0.258$ $Q_{max_s} = 0.139$ **NAME 661.79 19.71**

Nivel de la cresta vertedora:	662.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	660.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	661.79	m.s.n.m.
$Q_{MAX_{DISEÑO}} =$	0.258	m^3/S
$Q_{MAX_{SALIDA}} =$	0.139	m^3/S
Gasto regulado:	0.12	m^3/S
	46.15	%
Volumen =	30.70	m^3
Área de inundación =	19.71	m^2

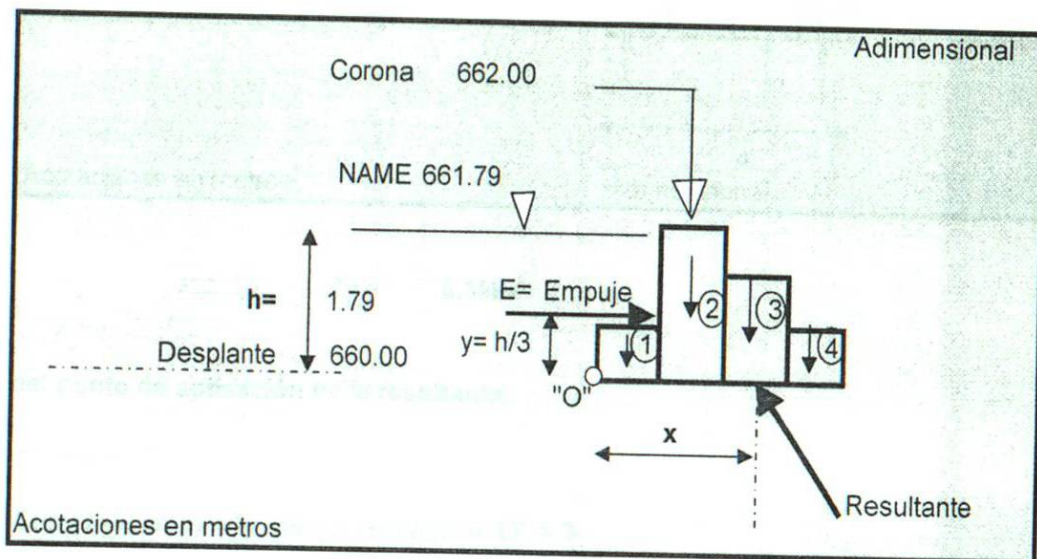
Conclusiones: **La estructura no necesita vertedor**

Cálculo estructural

Estructura de control No. 12

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		
Bordo libre =	0.21	Unidad m
Ancho gavión (a)=	1	m
No. de bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas.

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura.

$$E = 1.60 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

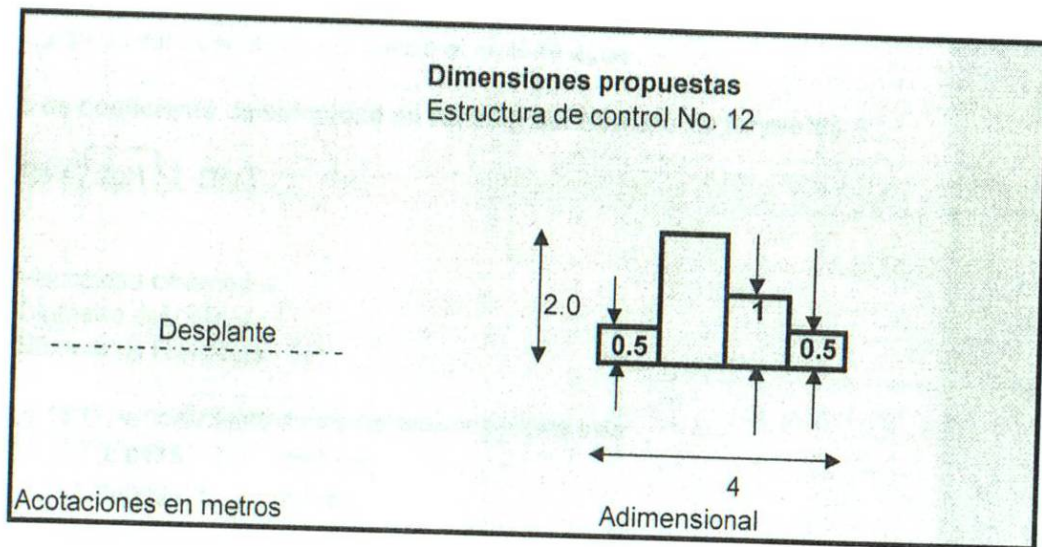
$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= R_x \\ \Rightarrow R_x &= 1.60 \text{ Ton /m} \end{aligned}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$\Rightarrow w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = R_y$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$\Rightarrow R_y = 6.39841 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\Rightarrow R_y(x) = 12.9519$$

$$x = 2.02424 \text{ m}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta.

Por lo tanto: La estructura es correcta

5.- Cálculo de la platea.

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico.

Aplicando la ec. De Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

Donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio.
Cv Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía.
g Constante de gravedad.
H Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua.

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds.

$$Re = \sqrt{2gH} \left(\frac{D}{\nu} \right)$$

Donde

- ν = Viscosidad cinemática.
 D = Diámetro del orificio.
 Re = Número de Reynolds.

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\begin{aligned} \nu &= \mathbf{0.0175} \quad \text{cm}^2/\text{seg} \\ \nu &= 0.0000175 \quad \text{m}^2/\text{seg} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 2.87E+05$$

$$\begin{array}{lcl} \Rightarrow & Cv = & \mathbf{0.98} \\ \text{Por lo tanto} & V = & \mathbf{4.93 \text{ m/s}} \end{array}$$

De las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} ay &= -g \\ Vy &= -gt + V_{0y} \\ y &= -1/2 gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} ax &= 0 \\ Vx &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$V_{0y} = \text{cero}$

$x_0 = \text{cero}$

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 V_y &= -gt \\
 y &= -1/2 gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 V_x &= V_{0x} \\
 x &= V_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 V_{0x} &= 4.93 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = 1/2 g t^2$$

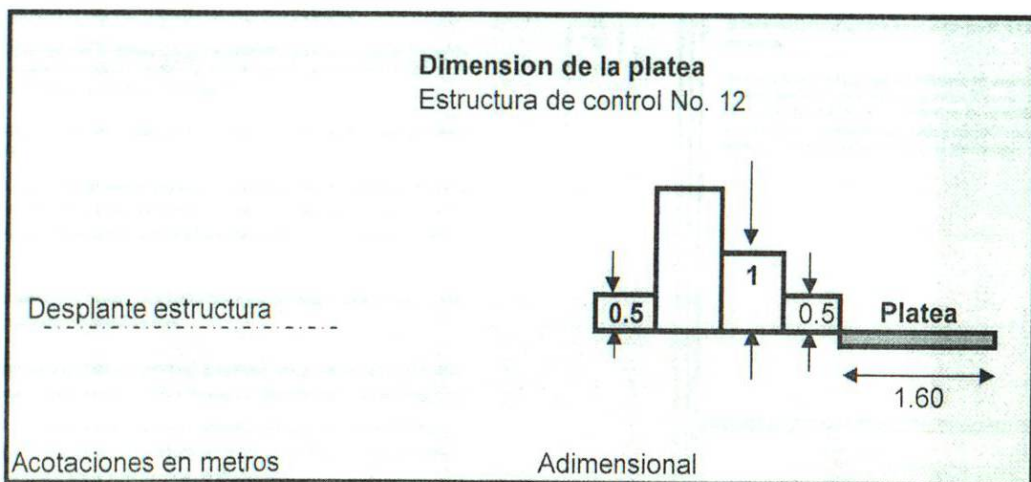
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

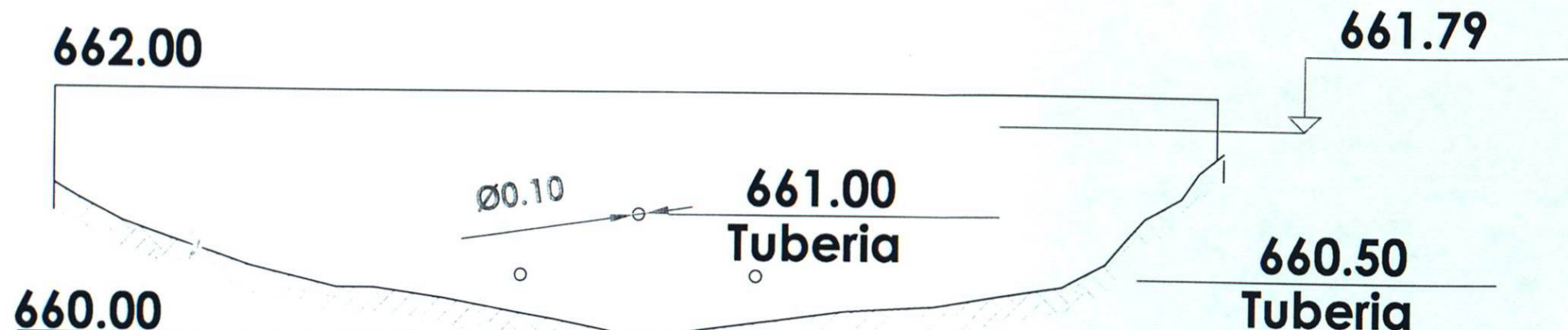
Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 1.5735 \text{ m}$$

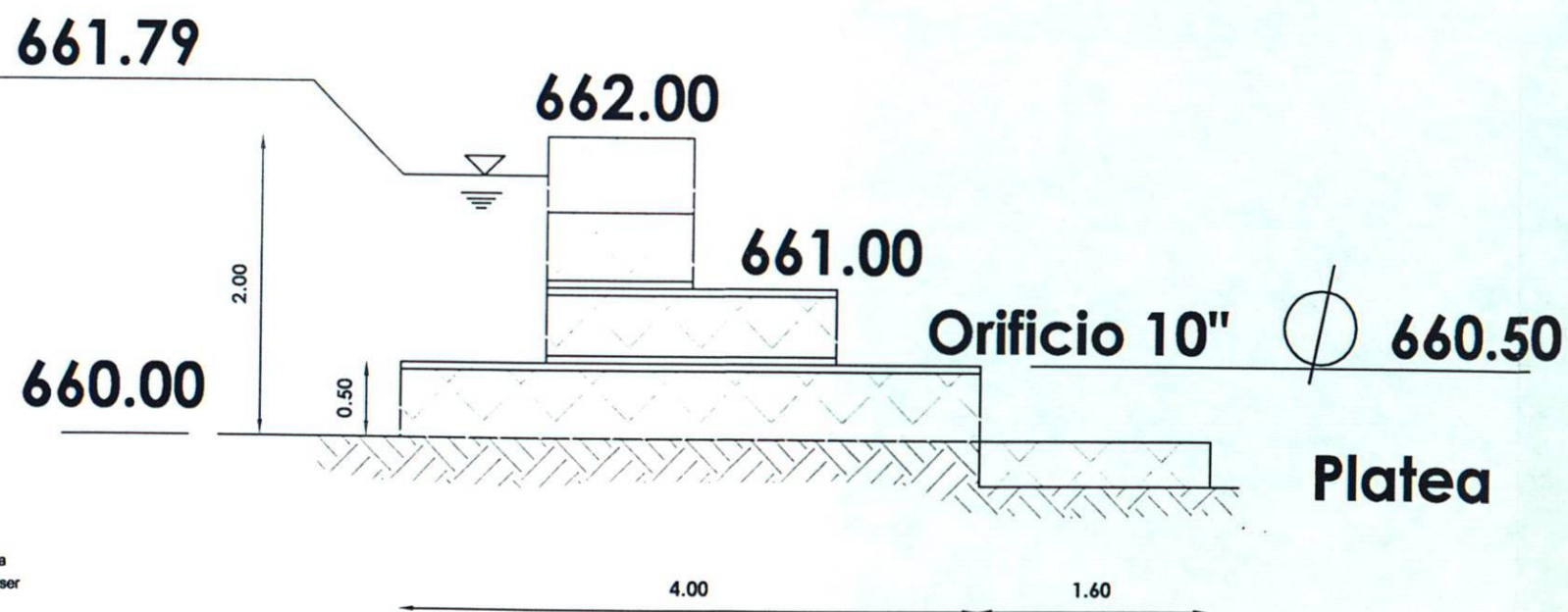
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 1.60 \text{ m}$$





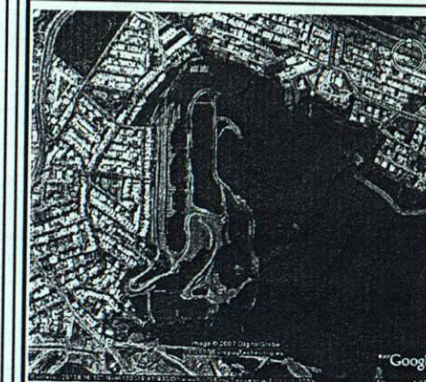
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tuberia	o
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	—

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectada por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

Acotaciones:

Metros.

12

Estructura de Control No 12
Balcones del Campestre

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atrantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm²

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torción, y las torciones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por los general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atrantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura. El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.

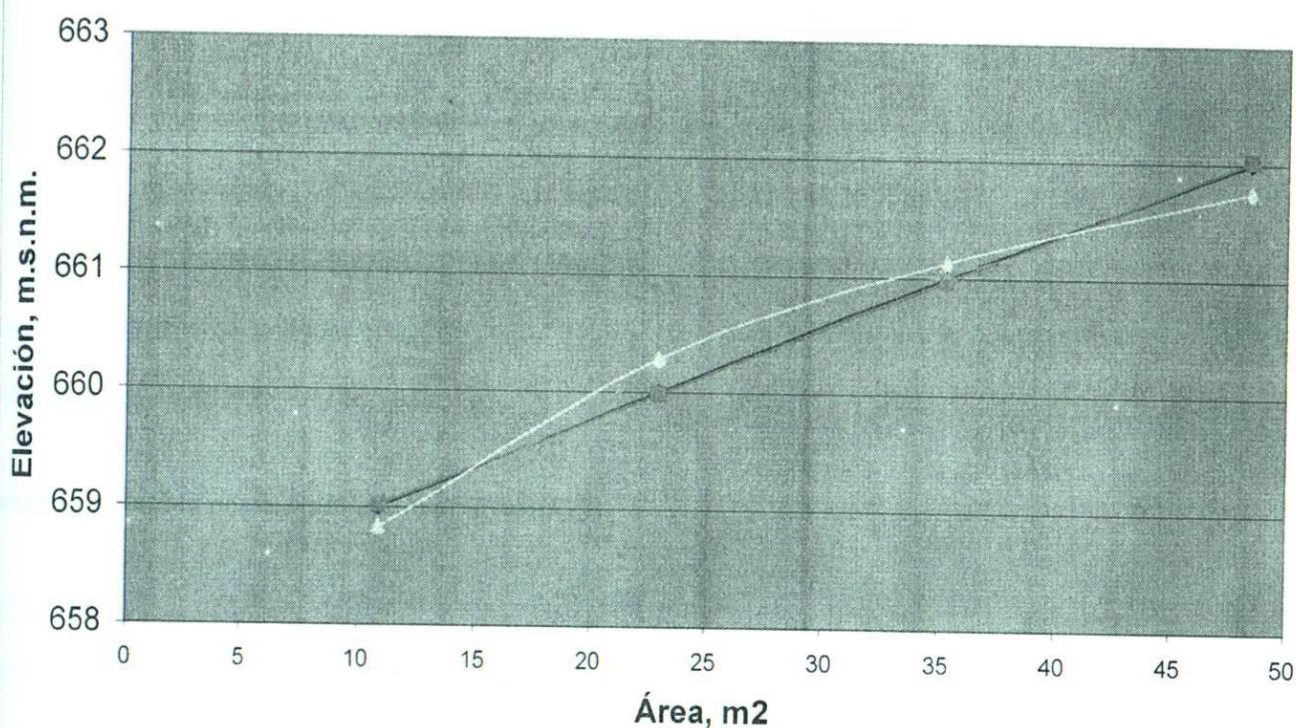
Estructura de control No. 13

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 13 **Determinación de la curva área vs elevación**

Área (m ²)	E (m.s.n.m)	E AjusRecta	E Ajus Regres.	E Ajus curva ojo
0	658	-	-	-
10.93	659	659.0221035	658.8299618	658.7090175
22.92	660	659.9818857	660.2832836	660.1739634
35.29	661	660.9720864	661.1318112	661.0292899
48.43	662	662.0239244	661.7547984	661.6572746

Estructura de control No. 13

—◆— Real
—■— Ajuste Linea
—●— Ajuste curva
—x— Ajuste a ojo



Regresión lineal

	Área (m ²)	E (m.s.n.m)		
i	Xi	Yi	x*y	x ²
1	10.93	659	7202.87	119.4649
2	22.92	660	15127.2	525.3264
3	35.29	661	23326.69	1245.3841
4	48.43	662	32060.66	2345.4649
Suma	117.57	2642.00	77717.42	4235.64

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A **b**
658.1471727 **0.080048559**

Resolviendo matricialmente

4	117.57	2642	1	29.3925	660.5
117.57	4235.64	77717.42	0	1	0.080048559
1	29.3925	660.5			
0	-6.63403993	-0.53104533			

Ecuación ajustada a una recta: $E=A+b*(Area)$

Regresión no lineal

$$E=a(Area)^b$$

Haciendo:

$$y=LnE$$

$$LnE = Lna + b Ln(Area)$$

$$x=Ln(Area)$$

$$n= 4$$

$$A= Lna$$

	x	y	x*y	x ²
i	Ln(Area)i	LnEi	Ln(Area)i*LnEi	(Ln(Area)i) ²
1	2.391511302	6.490723535	15.52263869	5.719326308
2	3.132009892	6.492239835	20.33375938	9.809485963
3	3.563599638	6.49375384	23.14113883	12.69924238
4	3.880119456	6.495265556	25.20240626	15.055327
Suma	12.96724029	25.97198277	84.19994316	43.28338164

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b	a
6.48335	0.00298	654.15813

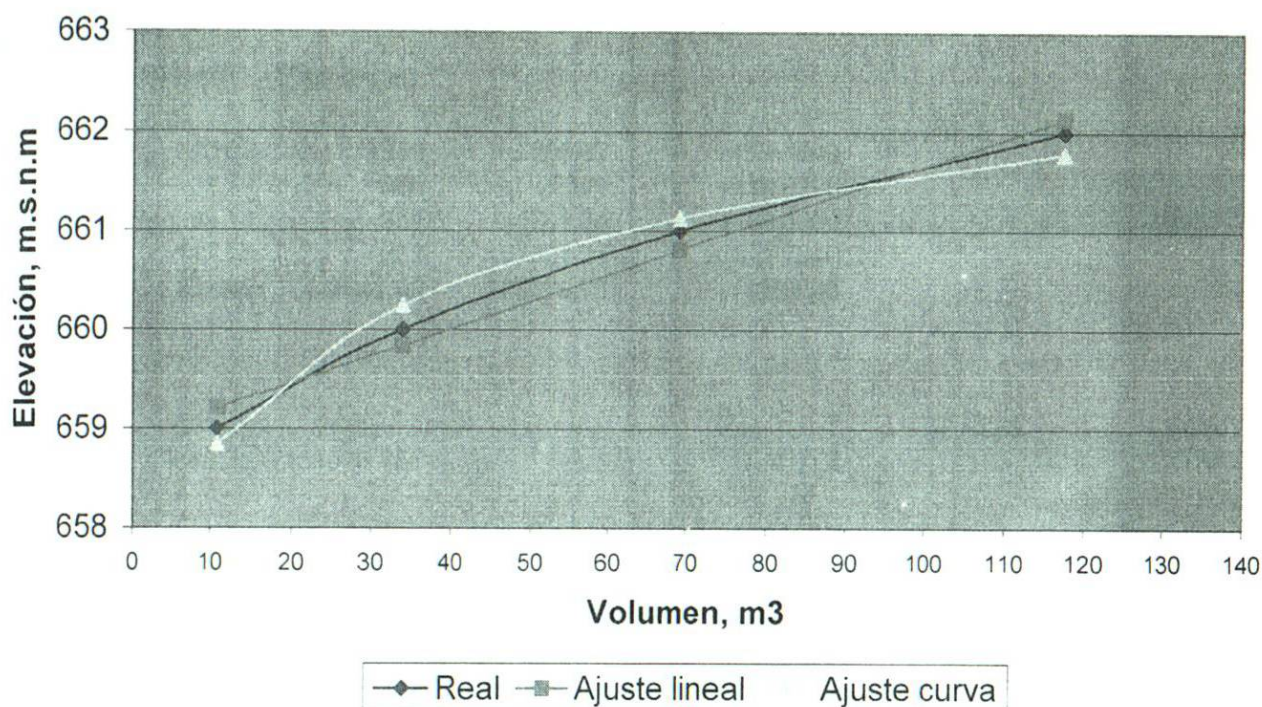
Ecuación obtenida por regresión lineal: $E=(a)(A)^b$

4	12.96724029	25.97198277
12.96724029	43.28338164	84.19994316
1	3.241810072	6.492995691
-1	-3.33790234	-6.493281631
1	3.241810072	6.492995691
0	-0.09609226	-0.000285939
1	3.241810072	6.492995691
0	1	0.002975676
b =		0.002975676
A =		6.483349115
a =		654.1581317

ESTRUCTURA DE CONTROL No. 13 **Determinación de la curva volumen vs elevación**

Área (m ²)	Vol (m ³)	E (m.s.n.m)	E Ajuste lineal	E Ajuste Form	Vol por curva (m ³)
0	0.0	658	-	-	-
10.93	10.93	659	659.21	658.84	10.93
22.92	33.85	660	659.84	660.24	22.92
35.29	69.14	661	660.81	661.13	35.29
48.43	117.57	662	662.14	661.79	48.43

Estructura de control No. 13



	Vol (m3)	E (m.s.n.m)	x	y	x*y	x ²
i	Xi	Yi	LnVi	LnEi	LnVi*LnEi	(LnVi) ²
1	10.93	659	2.391511302	6.490723535	15.52263869	5.719326308
2	33.85	660	3.521938999	6.492239835	22.86527267	12.40405432
3	69.14	661	4.236133434	6.49375384	27.50840776	17.94482647
4	117.57	662	4.767033901	6.495265556	30.9631511	22.72461221
Suma			14.91661764	25.97198277	96.85947022	58.79281931

$$E = aV^b$$

Haciendo:

$$y = \ln E$$

$$x = \ln V$$

$$A = \ln a$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A

6.486004611

b

0.001874709

a

655.8975543

$$\ln E = \ln a + b \ln V$$

$$n = 4$$

Resolviendo matricialmente

4	14.9166176	25.97198277
14.9166176	58.7928193	96.85947022
1	3.72915441	6.492995691
-1	-3.94143101	-6.493393648
1	3.72915441	6.492995691
0	-0.2122766	-0.000397957
1	3.72915441	6.492995691
0	1	0.001874709

$b = 0.001874709$
 $A = 6.486004611$
 $a = 655.8975543$

Regresión lineal

Vol (m3) E (m.s.n.m)

i	Xi	Yi	x*y
1	10.93	659	7202.87
2	33.85	660	22341
3	69.14	661	45701.54
4	117.57	662	77831.34
Suma	231.49	2642.00	153076.75

x^2
 119.4649
 1145.8225
 4780.3396
 13822.7049
19868.33

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

A	b
658.9117188	0.027444488

4	231.49	2642
231.49	19868.33	153076.75

1	57.8725	660.5
0	1	0.027444488

1	57.8725	660.5
0	-27.9555353	-0.76722537

proyecto No	Balcones del Campestre
Estructura	EC13
Ubicación:	San Pedro Garza García
Descripción:	Hidrograma de entrada

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

1. DATOS DE ENTRADA

tc (min)	tp (min)	tb (min)	Q _{TR20} (m³/s)	dt (min)
3.926	4.337	11.579	0.596	0.43

2. DATOS DE SALIDA

Ecuación de la recta para el dominio:
para $0 < t < t_p$

$Q = bt$
 $b = 0.1375$

Entonces $Q = 0.1375 \quad t$

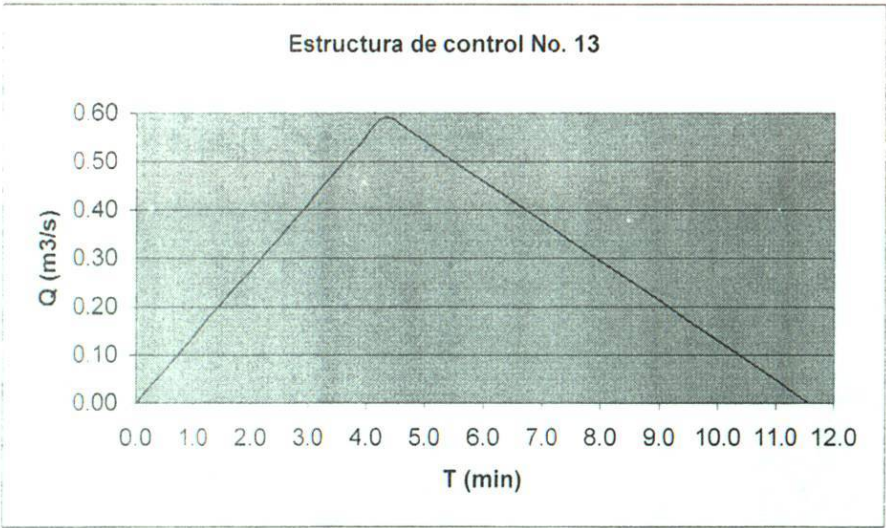
$dt = 0.430$

t (hr)	Q (m³/s)
0.00	0.000
0.43	0.059
0.86	0.118
1.29	0.177
1.72	0.236
2.15	0.296
2.58	0.355
3.01	0.414
3.44	0.473
3.87	0.532
4.30	0.591
4.73	0.564
5.16	0.528
5.59	0.493
6.02	0.458
6.45	0.422
6.88	0.387
7.31	0.351
7.74	0.316
8.17	0.281
8.60	0.245
9.03	0.210
9.46	0.174
9.89	0.139
10.32	0.104
10.75	0.068
11.18	0.033
11.58	0.000
Qmax	0.591

Ecuación de la recta para el dominio:
para $t_p < t < t_b$

$Q = a - mt$
 $m = 0.0823$
 $a = 0.9530$

Entonces $Q = 0.9530 - 0.0823 \quad t$



- Nota:
- a) Las unidades de gastos estan en m^3/seg
 - b) Las unidades de tiempo estan en hrs.
 - c) Se utilizó la ecuación de Mockus para el tiempo pico. $t_p = \sqrt{t_c + 0.6t_c}$
 - d) Ecuación de Mockus para el tiempo base $t_b = 2.67t_p$

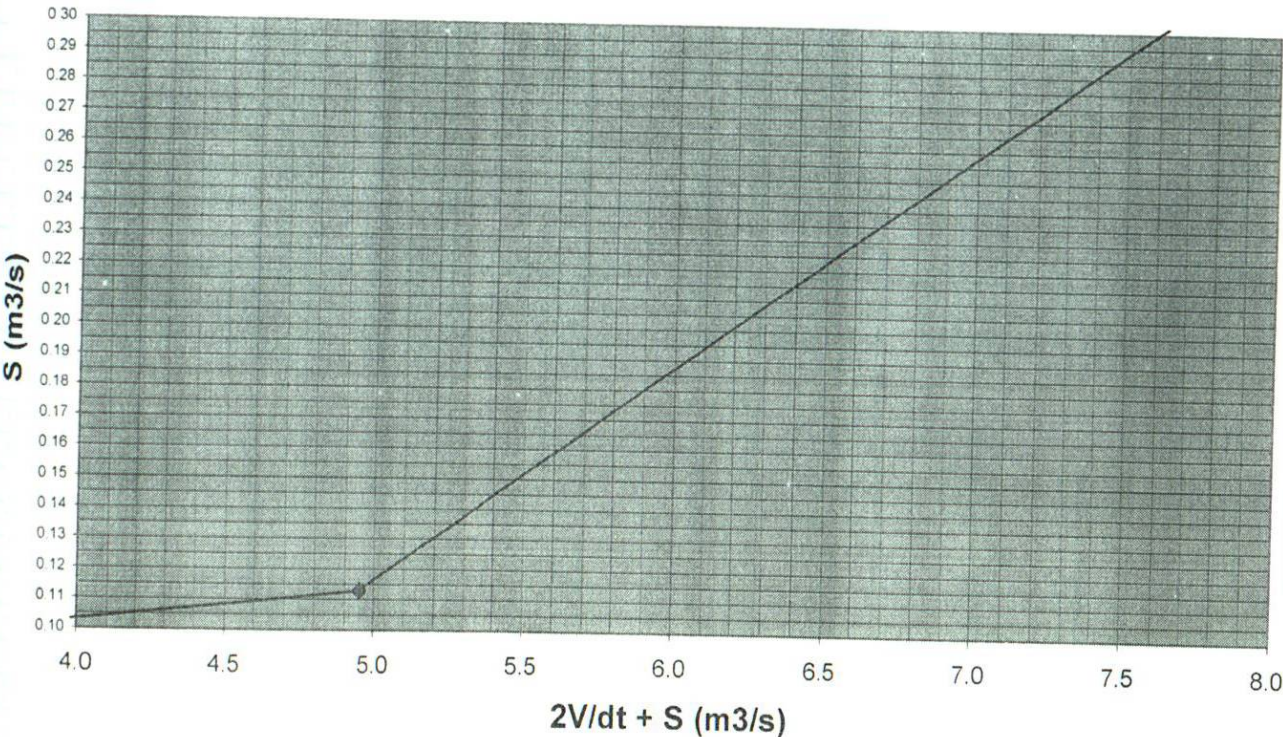
Tránsito de una avenida de un $T_r = 20$ años en el embalse de la estructura No. 13

a) Curva $(2V/dT) + S$ contra S
min segundos
 $dt = 0.43 \quad 25.8$

Vertedor				Orificios						
Elev. m.s.n.m.	Long. b, m	Tipo Pared	Coef. Desc	Elevacion, m.s.n.m.		No	Diametro, (D) m.	Longitud, (e) m	e/D	Coef. Desc
661.00	0.3	Gruesa	1.45	1 ^{er} lecho	658.50	2	0.1	3.0	30.0	0.70
				2 ^o lecho	659.00	1	0.1	2.0	20.0	0.73

E m.s.n.m.	V (m³)	2V/dt + S (m³/s)	S (m³/s)
658.00	0.00	0.000	0.000
659.00	12.39	0.995	0.034
660.00	27.83	2.242	0.085
661.00	62.40	4.950	0.113
662.00	139.76	11.404	0.570

Estructura de control No. 13
No. Orificios = 3, Diam. Orificio = 0.10 m



1 t min	2 i	3 I_i m^3/s	4 $I_i + I_{i+1}$ m^3/s	5 $2V_i/dt - S_i$ m^3/s	6 $2V_{i+1}/dt + S_{i+1}$ m^3/s	7 S_i m^3/s	8 V_i m^3	9 E_i m	10 A_i m^2
0.00	0	0.00	0.059	0.000	0.059	0.000	0.00	658.00	0.00
0.43	1	0.06	0.177	0.055	0.232	0.002	0.74	658.93	9.80
0.86	2	0.12	0.296	0.216	0.512	0.008	2.89	658.99	10.54
1.29	3	0.18	0.414	0.477	0.891	0.018	6.38	659.09	11.74
1.72	4	0.24	0.532	0.829	1.361	0.031	11.09	659.22	13.35
2.15	5	0.30	0.650	1.265	1.915	0.048	16.93	659.38	15.36
2.58	6	0.35	0.768	1.769	2.537	0.073	23.76	659.56	17.70
3.01	7	0.41	0.887	2.361	3.248	0.088	31.59	659.78	20.38
3.44	8	0.47	1.005	3.058	4.062	0.095	40.67	660.03	23.49
3.87	9	0.53	1.123	3.854	4.977	0.104	51.06	660.31	27.06
4.30	10	0.59	1.155	4.745	5.900	0.116	62.71	660.63	31.05
4.73	11	0.56	1.092	5.540	6.632	0.180	73.79	660.94	34.85
5.16	12	0.53	1.021	6.168	7.189	0.232	82.56	661.18	37.86
5.59	13	0.49	0.951	6.649	7.600	0.270	89.26	661.36	40.15
6.02	14	0.46	0.880	7.000	7.880	0.300	94.17	661.50	41.84
6.45	15	0.42	0.809	7.230	8.039	0.325	97.46	661.59	42.96
6.88	16	0.39	0.738	7.379	8.117	0.330	99.44	661.64	43.64
7.31	17	0.35	0.667	7.437	8.104	0.340	100.32	661.66	43.95
7.74	18	0.32	0.597	7.434	8.031	0.335	100.22	661.66	43.91
8.17	19	0.28	0.526	7.371	7.897	0.330	99.34	661.64	43.61
8.60	20	0.25	0.455	7.247	7.702	0.325	97.67	661.59	43.04
9.03	21	0.21	0.384	7.062	7.446	0.320	95.22	661.53	42.20
9.46	22	0.17	0.313	6.866	7.179	0.290	92.31	661.45	41.20
9.89	23	0.14	0.243	6.629	6.872	0.275	89.07	661.36	40.09
10.32	24	0.10	0.172	6.362	6.534	0.255	85.36	661.25	38.82
10.75	25	0.07	0.101	6.084	6.185	0.225	81.38	661.15	37.45
11.18	26	0.03	0.033	5.785	5.818	0.200	77.21	661.03	36.02
11.61	27	0.00	0.000	5.466	5.466	0.176	72.78	660.91	34.50
12.04	28	0.00	0.000	5.166	5.166	0.150	68.57	660.79	33.06
12.47	29	0.00	0.000	4.918	4.918	0.124	65.04	660.70	31.85
12.90	30	0.00	0.000	4.694	4.694	0.112	62.00	660.61	30.81
13.33	31	0.00	0.000	4.474	4.474	0.110	59.13	660.53	29.82
13.76	32	0.00	0.000	4.264	4.264	0.105	56.36	660.46	28.87
14.19	33	0.00	0.000	4.058	4.058	0.103	53.67	660.38	27.95
14.62	34	0.00	0.000	3.854	3.854	0.102	51.03	660.31	27.05
15.05	35	0.00	0.000	3.654	3.654	0.100	48.42	660.24	26.15
15.48	36	0.00	0.000	3.458	3.458	0.098	45.87	660.17	25.28
15.91	37	0.00	0.000	3.264	3.264	0.097	43.35	660.10	24.42
16.34	38	0.00	0.000	3.074	3.074	0.095	40.88	660.03	23.57
16.77	39	0.00	0.000	2.888	2.888	0.093	38.45	659.97	22.73
17.20	40	0.00	0.000	2.706	2.706	0.091	36.08	659.90	21.92
17.63	41	0.00	0.000	2.526	2.526	0.090	33.74	659.84	21.12
18.06	42	0.00	0.000	2.350	2.350	0.088	31.45	659.77	20.33
18.49	43	0.00	0.000	2.178	2.178	0.086	29.20	659.71	19.56
18.92	44	0.00	0.000	2.012	2.012	0.083	27.02	659.65	18.82
19.35	45	0.00	0.000	1.860	1.860	0.076	24.97	659.60	18.11
19.78	46	0.00	0.000	1.720	1.720	0.070	23.09	659.55	17.47
20.21	47	0.00	0.000	1.592	1.592	0.064	21.36	659.50	16.87
20.64	48	0.00	0.000	1.476	1.476	0.058	19.79	659.45	16.33
21.07	49	0.00	0.000	1.368	1.368	0.054	18.34	659.42	15.84

21.50	50	0.00	0.000	1.270	1.270	0.049	17.01	659.38	15.38
21.93	51	0.00	0.000	1.180	1.180	0.045	15.80	659.35	14.97
22.36	52	0.00	0.000	1.096	1.096	0.042	14.68	659.31	14.58
22.79	53	0.00	0.000	1.020	1.020	0.038	13.65	659.29	14.23
23.22	54	0.00	0.000	0.950	0.950	0.035	12.70	659.26	13.91
23.65	55	0.00	0.000	0.884	0.884	0.033	11.83	659.24	13.61
24.08	56	0.00	0.000	0.824	0.824	0.030	11.01	659.21	13.33
24.51	57	0.00	0.000	0.768	0.768	0.028	10.27	659.19	13.07
24.94	58	0.00	0.000	0.714	0.714	0.027	9.56	659.17	12.83
25.37	59	0.00	0.000	0.664	0.664	0.025	8.89	659.16	12.60
25.80	60	0.00	0.000	0.618	0.618	0.023	8.27	659.14	12.39
26.23	61	0.00	0.000	0.574	0.574	0.022	7.69	659.12	12.19
26.66	62	0.00	0.000	0.534	0.534	0.020	7.14	659.11	12.00
27.09	63	0.00	0.000	0.498	0.498	0.018	6.65	659.09	11.83
27.52	64	0.00	0.000	0.466	0.466	0.016	6.22	659.08	11.68
27.95	65	0.00	0.000	0.436	0.436	0.015	5.82	659.07	11.54
28.38	66	0.00	0.000	0.406	0.406	0.015	5.43	659.06	11.41
28.81	67	0.00	0.000	0.378	0.378	0.014	5.05	659.05	11.28
29.24	68	0.00	0.000	0.352	0.352	0.013	4.71	659.04	11.16
29.67	69	0.00	0.000	0.328	0.328	0.012	4.38	659.03	11.05
30.10	70	0.00	0.000	0.306	0.306	0.011	4.09	659.02	10.95
30.53	71	0.00	0.000	0.284	0.284	0.011	3.80	659.02	10.85
30.96	72	0.00	0.000	0.266	0.266	0.009	3.55	659.01	10.77
31.39	73	0.00	0.000	0.250	0.250	0.008	3.33	659.00	10.69
31.82	74	0.00	0.000	0.234	0.234	0.008	3.12	659.00	10.62
32.25	75	0.00	0.000	0.220	0.220	0.007	2.93	658.99	10.55
32.68	76	0.00	0.000	0.208	0.208	0.006	2.76	658.99	10.50
33.11	77	0.00	0.000	0.196	0.196	0.006	2.60	658.98	10.44
33.54	78	0.00	0.000	0.184	0.184	0.006	2.45	658.98	10.39
33.97	79	0.00	0.000	0.172	0.172	0.006	2.29	658.97	10.34
34.40	80	0.00	0.000	0.160	0.160	0.006	2.14	658.97	10.28
34.83	81	0.00	0.000	0.150	0.150	0.005	2.00	658.97	10.24
35.26	82	0.00	0.000	0.140	0.140	0.005	1.87	658.96	10.19
35.69	83	0.00	0.000	0.130	0.130	0.005	1.74	658.96	10.15
36.12	84	0.00	0.000	0.122	0.122	0.004	1.62	658.96	10.11
36.55	85	0.00	0.000	0.114	0.114	0.004	1.52	658.95	10.07
36.98	86	0.00	0.000	0.108	0.108	0.003	1.43	658.95	10.04
37.41	87	0.00	0.000	0.102	0.102	0.003	1.35	658.95	10.01
37.84	88	0.00	0.000	0.096	0.096	0.003	1.27	658.95	9.99
38.27	89	0.00	0.000	0.090	0.090	0.003	1.20	658.94	9.96
38.70	90	0.00	0.000	0.084	0.084	0.003	1.12	658.94	9.94
39.13	91	0.00	0.000	0.078	0.078	0.003	1.04	658.94	9.91
39.56	92	0.00	0.000	0.074	0.074	0.002	0.98	658.94	9.89
39.99	93	0.00	0.000	0.070	0.070	0.002	0.93	658.94	9.87
40.42	94	0.00	0.000	0.066	0.066	0.002	0.87	658.94	9.85
40.85	95	0.00	0.000	0.062	0.062	0.002	0.82	658.93	9.83
41.28	96	0.00	0.000	0.058	0.058	0.002	0.77	658.93	9.82
41.71	97	0.00	0.000	0.054	0.054	0.002	0.72	658.93	9.80
42.14	98	0.00	0.000	0.050	0.050	0.002	0.67	658.93	9.78
42.57	99	0.00	0.000	0.046	0.046	0.002	0.62	658.93	9.76
43.00	100	0.00	0.000	0.042	0.042	0.002	0.57	658.93	9.74
43.43	101	0.00	0.000	0.038	0.038	0.002	0.51	658.93	9.73
43.86	102	0.00	0.000	0.036	0.036	0.001	0.48	658.92	9.71

$$Q_{\max_e} = 0.591$$

Qmax_s = 0.340 NAME 661.66 43.95

Nivel de la cresta vertedora:	661.00	m.s.n.m.
Nivel de desplante de la estructura	658.00	m.s.n.m.
N.A.M.E.	661.66	m.s.n.m.
QMAX _{DISEÑO} =	0.591	m ³ /S
QMAX _{SALIDA} =	0.340	m ³ /S
Gasto regulado:	0.25	m ³ /S
	42.47	%
Volumen =	100.32	m ³
Área de inundación =	43.95	m ²

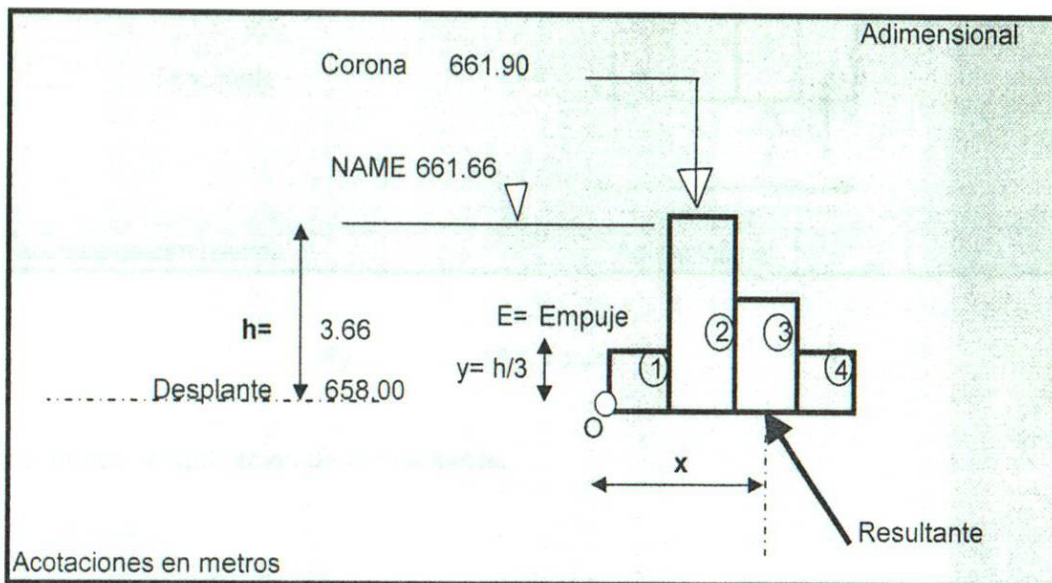
Conclusiones: Colocar vertedor al centro de la estructura

Cálculo estructural

Estructura de control No. 13

1.- Diagrama de fuerzas

Datos		Unidad
Bordo libre =	0.24	m
Ancho gavión (a)=	1	m
No. de bloques =	4	
Peso específico de la roca =	1.6	Ton/m ³
Peso específico del agua =	1	Ton/m ³



2.- Cálculo de las fuerzas.

2.1 Cálculo del empuje hidrostático sobre la estructura.

$$E = 6.72 \text{ Ton /m}$$

2.2 Cálculo de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en "x" = 0

$$E = Rx$$

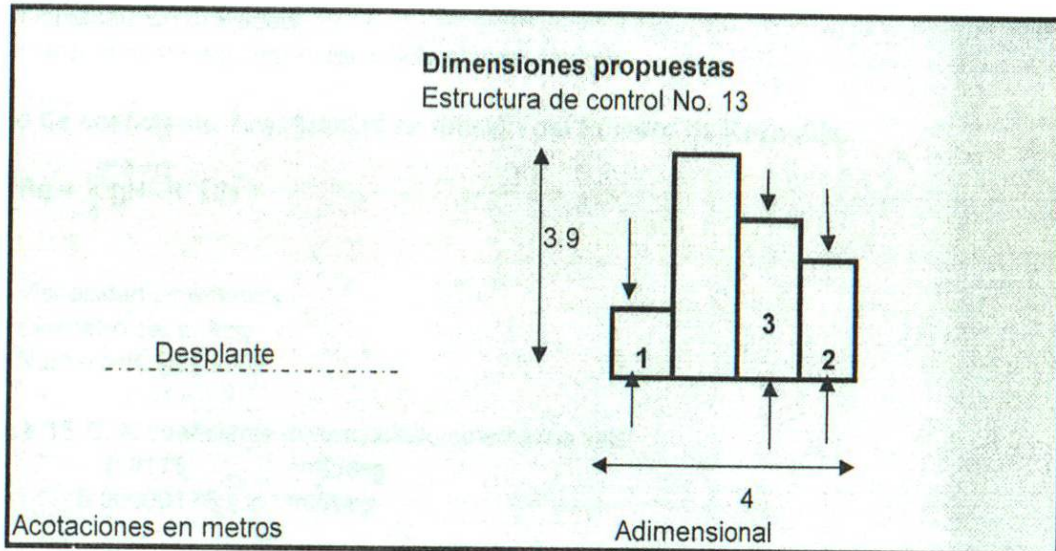
$$Rx = 6.72 \text{ Ton /m}$$

Sumatoria de fuerzas en "y" = 0

$$w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = Ry$$

Donde:

w_i es el peso del bloque i , de acuerdo con las siguientes dimensiones propuestas:



$$R_y = 15.8 \text{ Ton/m}$$

3.- Cálculo del punto de aplicación de la resultante.

Por equilibrio:

Sumatoria de momentos con respecto a "O" = 0

$$\begin{aligned} R_y (x) &= 41.5766 \\ x &= 2.62347 \text{ m} \end{aligned}$$

4.- Conclusión.

Si el punto de aplicación cae en el tercio medio de la base, entonces la estructura es correcta.

Por lo tanto: La estructura es correcta.

5.- Cálculo de la platea.

5.1 Cálculo de la velocidad del fluido a la salida del orificio más crítico.

Aplicando la ec. de Bernoulli entre un punto justo en el centro del orificio antes de su salida y otro en el punto de contracción, tenemos la ecuación de Torricelli:

$$V = C_v \sqrt{2gH}$$

Donde:

- V** Velocidad a la salida del orificio.
- C_v** Coeficiente de velocidad que corrige el efecto de las pérdidas de energía.
- g** Constante de gravedad.
- H** Carga o altura del centro del orificio al nivel de agua.

5.1.1 Cálculo de coeficiente de velocidad en función del Número de Reynolds.

$$Re = \frac{\sqrt{2gH} \cdot D}{\nu}$$

Donde

- ν = Viscosidad cinemática
- D = Diámetro del orificio
- Re = Número de Reynolds

Para el agua a 15°C, el coeficiente de viscosidad cinemática vale:

$$\begin{aligned} \nu &= 0.0175 \text{ cm}^2/\text{seg} \\ \nu &= 0.0000175 \text{ m}^2/\text{seg} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$Re = 4.50E+05$$

$$\begin{aligned} \text{Por lo tanto } C_v &= 0.98 \\ V &= 7.72 \text{ m/s} \end{aligned}$$

De las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre:

En "y"

$$\begin{aligned} a_y &= -g \\ V_y &= -gt + V_{0y} \\ y &= -\frac{1}{2}gt^2 + V_{0y}t + y_0 \end{aligned}$$

En "x"

$$\begin{aligned} a_x &= 0 \\ V_x &= V_{0x} \\ x &= V_{0x}t + x_0 \end{aligned}$$

Pero

$$\begin{aligned} V_{0y} &= \text{cero} \\ x_0 &= \text{cero} \end{aligned}$$

Entonces:

En "y"

$$\begin{aligned}
 a_y &= -g \\
 V_y &= -gt \\
 y &= -\frac{1}{2}gt^2 + y_0
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

En "x"

$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 \\
 V_x &= V_{0x} \\
 x &= V_{0x}t
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Datos:

$$\begin{aligned}
 V_{0x} &= 7.72 \quad \text{m/s} \\
 y_0 &= 0.50 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

De la ec. 1 para $y = 0$ y sustituyendo y_0

$$y_0 = \frac{1}{2}gt^2$$

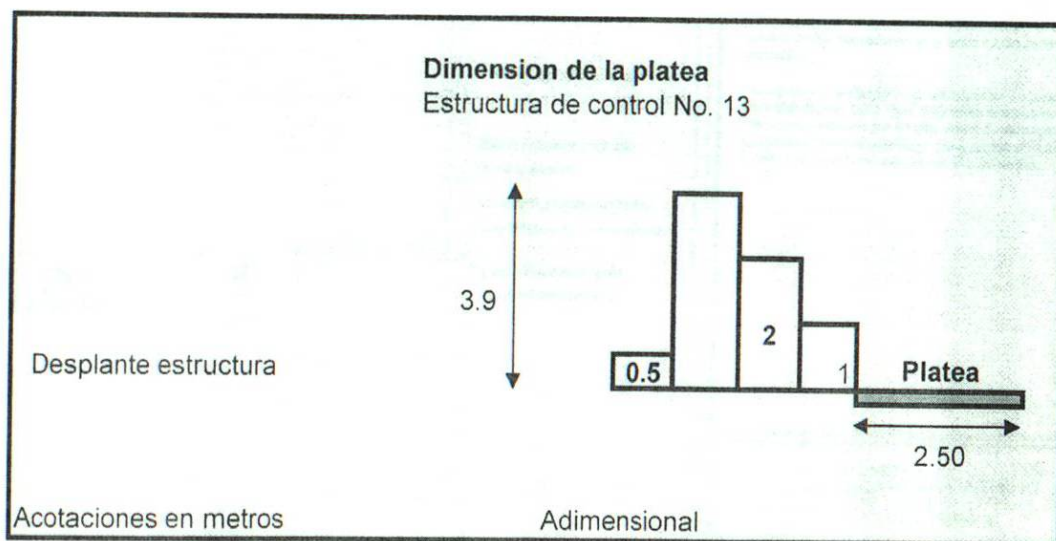
$$t = 0.3193 \text{ seg}$$

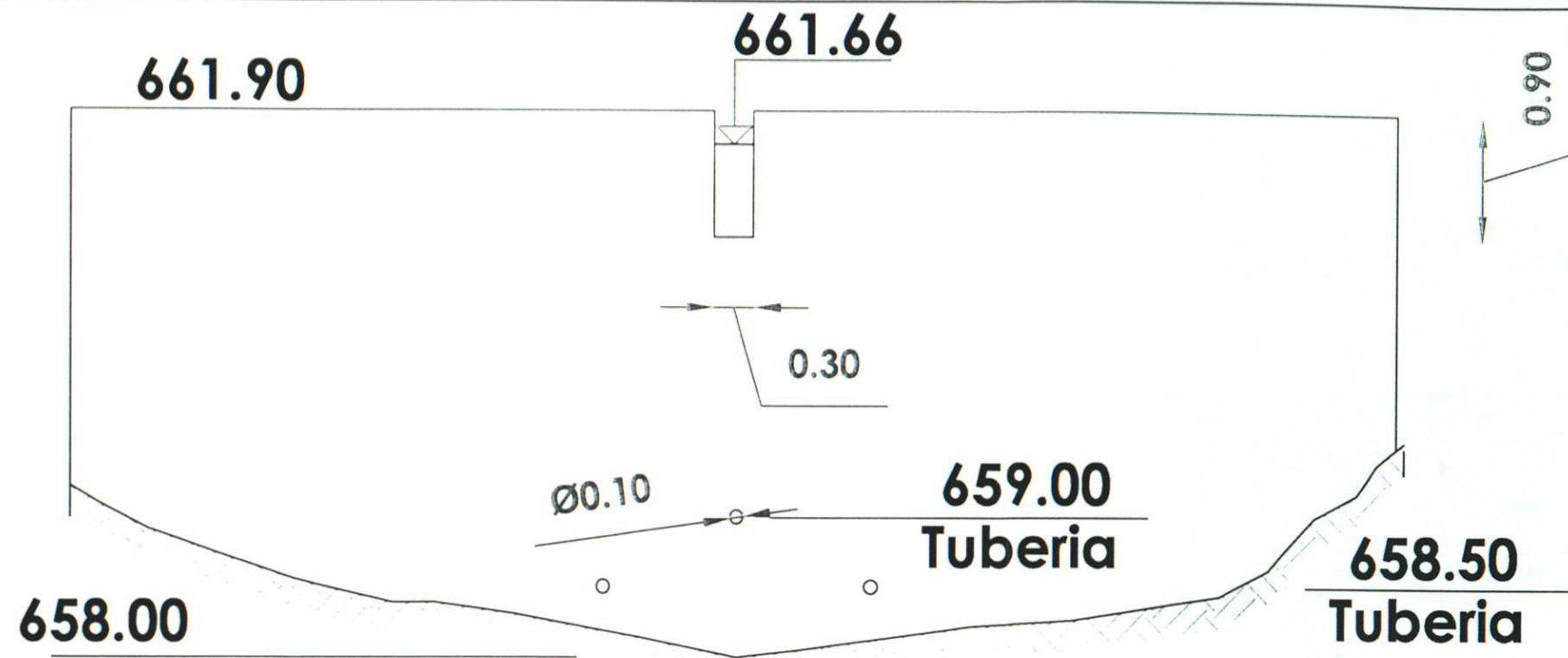
Sustituyendo t en la ecuación 2

$$X = 2.4656 \text{ m}$$

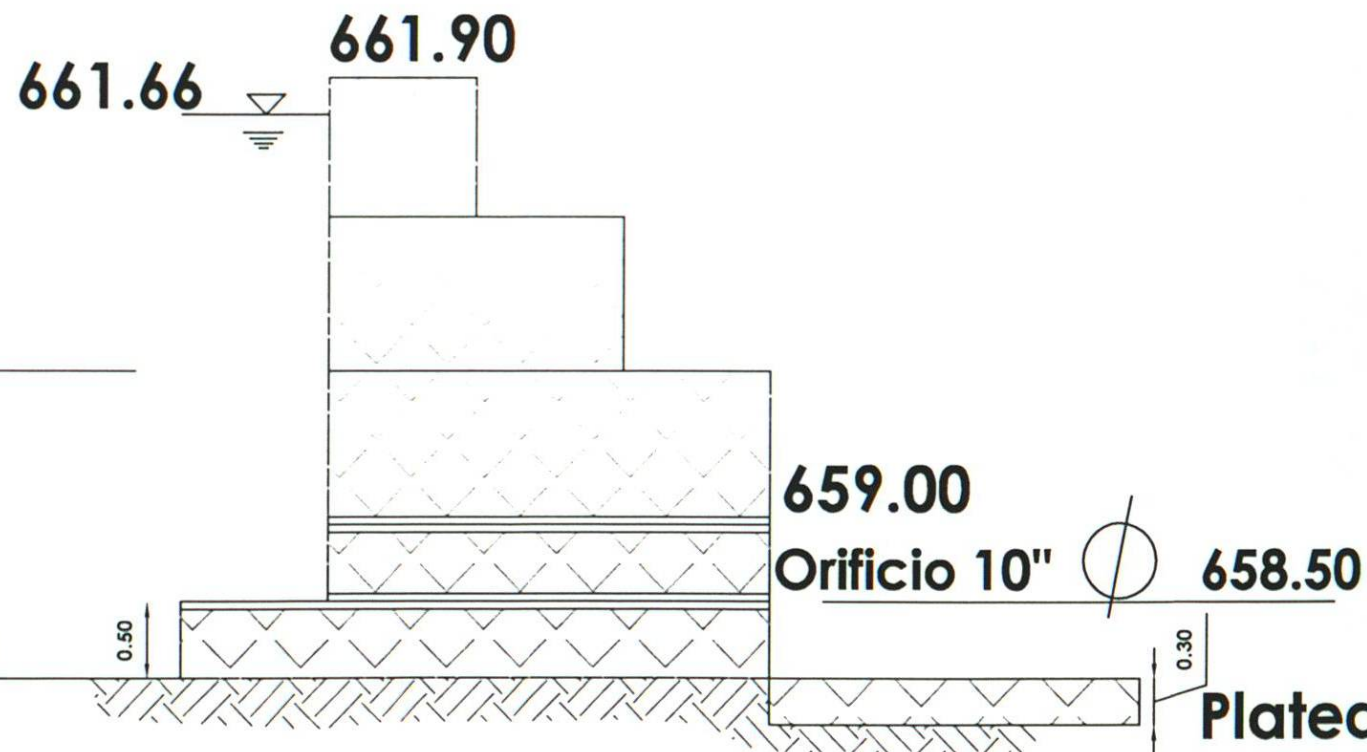
Por lo tanto se debe colocar una colchoneta de almenos un ancho (L_c) de:

$$L_c = 2.50 \text{ m}$$





VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac.

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarrado y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm².

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torción, y las torciones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros.

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por lo general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm.

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

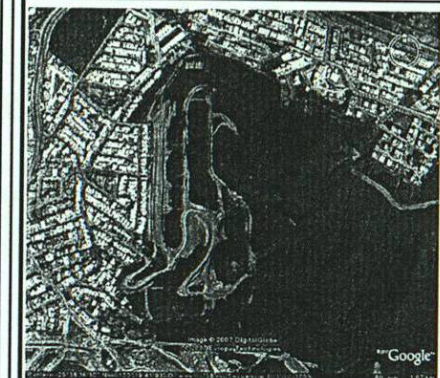
Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarrado especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarrado y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura. El diámetro del alambre de amarrado debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.



Plano de Ubicación



Simbología

Cota m.s.n.m.	717.00
Tubería	○
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	—

NOTAS:

Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1,600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectado por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

0 0.25 0.50 1.00

Escala Gráfica

Acotaciones:

Metros.

13

**Estructura de Control No 13
Balcones del Campestre**

XI CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

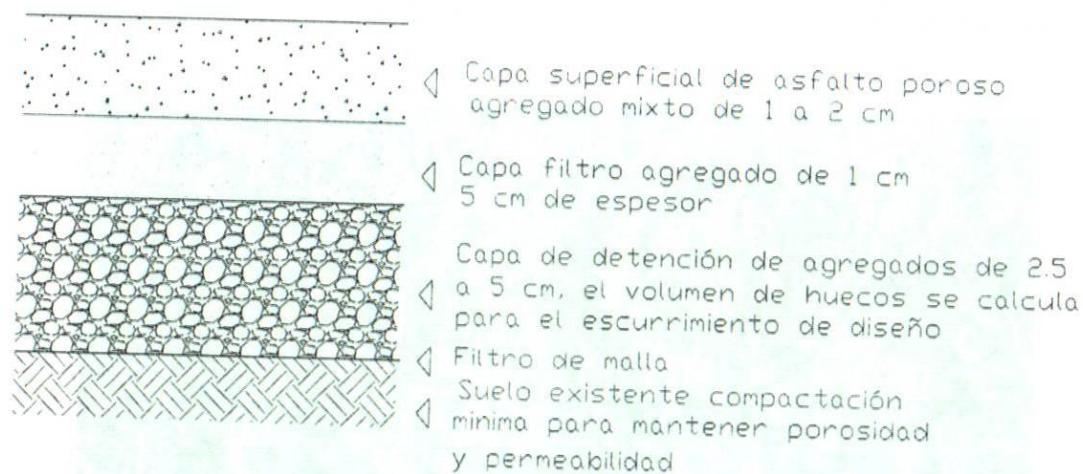
XI.1 Conclusiones

- Las estructuras pluviales propuestas (cunetas, bocas de tormenta y alcantarillas pluviales) tienen la capacidad hidráulica para desalojar el agua pluvial de una tormenta en un período de retorno de 20 años.
- Las estructuras de control tendrán la capacidad de regular el gasto en el mayor de los casos, más del 50%, en algunas estructuras será hasta del 90%.
- Las estructuras de control tendrán la capacidad de regular y controlar el agua desalojada por las estructuras pluviales.
- No todas las estructuras tendrán vertedor; en algunos casos sólo será necesario colocar los orificios.
- En los casos que se requiera el uso del vertedor, éste se colocará al centro.
- El diseño de las estructuras de control por gravedad garantiza que éstas serán estables y no presentarán volteo.

XI.2 Recomendaciones

- Para reducir el grado de escurrimiento se recomienda colocar pavimentos porosos, los cuales pudieran ser:
 1. Concretos porosos, los cuales tienen la cualidad de permitir el paso del agua de lluvia a través de ellos, por lo que reducen el escurrimiento en el sitio. Estos concretos son estructurales, de textura abierta permeable para pavimentación de superficies, consisten en cemento Pórtland, ceniza fina, agregado árido grueso, aditivos, fibras y agua. Este tipo de concreto llega a tener entre un 17% y un 22% de espacio libre
 2. Pavimentos asfálticos porosos, los cuales consisten de un agregado árido grueso, cementado con cemento asfáltico, dentro de una masa coherente, con huecos suficientemente interconectados para proveer un alto rango de permeabilidad al agua.

Un diseño típico de un pavimento poroso es el que se muestra a continuación:



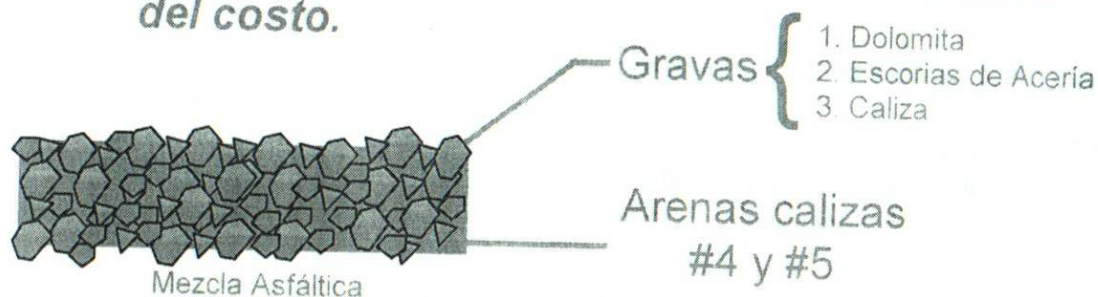
Pavimento de asfalto poroso

Para el Área Metropolitana de Monterrey se han diseñado mezclas en laboratorio con diferentes granulometrías, diversas combinaciones de material pétreo, obteniéndose el contenido óptimo de asfalto por el método Marshall, realizando ajustes a la cantidad de ligante mediante el equipo Wheel Tracking.

Las mezclas de mejor comportamiento en laboratorio fueron las de granulometría semiabierta, con material pétreo producto de mezcla de caliza triturada y escoria, empleando ceniza volante como filler y asfalto modificado con polímero SBS.

Como alternativa al material pétreo pulimentable se analizó:

➡ **Material pétreo grueso resistente al pulimento acelerado y material pétreo fino calizo, para evitar un incremento excesivo del costo.**



Es necesario cambiar el tipo de mezclas densas utilizadas en las superficies de rodamiento de la región por mezclas **semiabierta o drenantes**.

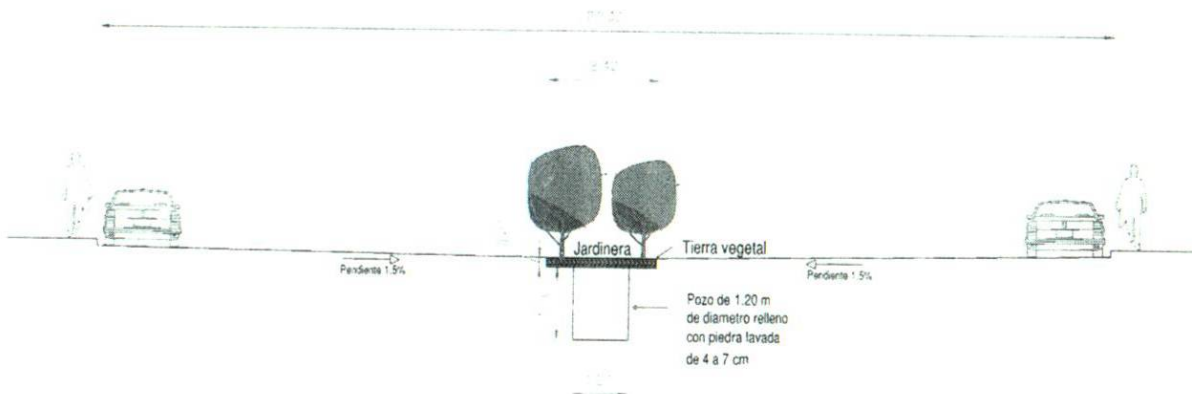
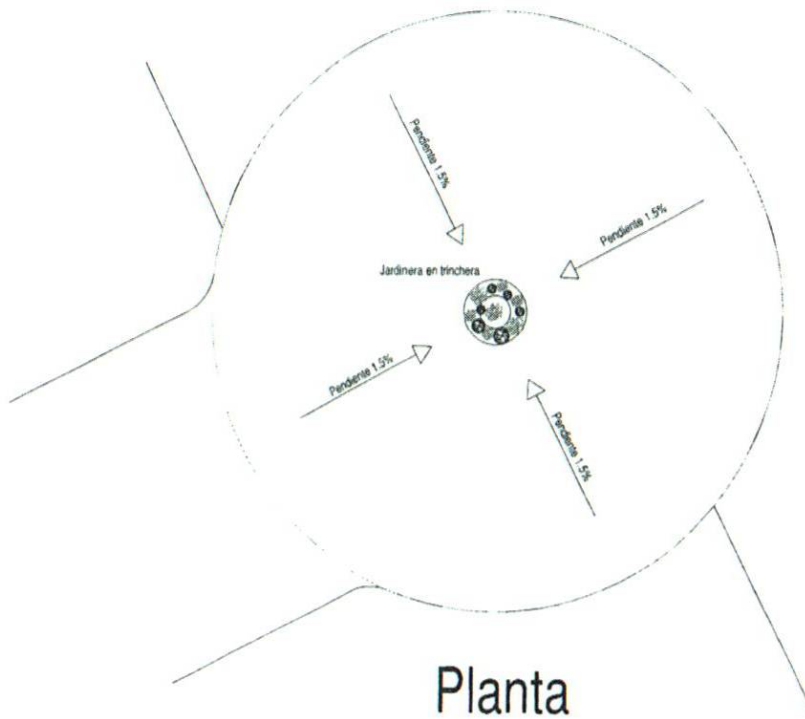
Dadas nuestras condiciones ambientales, es necesario y debe especificarse en los nuevos proyectos de construcción y conservación, el empleo de cementos asfálticos modificados con polímeros, para la fabricación de mezclas asfálticas de avenidas y carreteras.



Foto No. 2 En esta foto podemos observar un pavimento poroso, con una superficie de rodamiento semi abierta o drenante.

- Es muy recomendable también el uso de las trincheras de infiltración, en el patio o jardín de las casas, bajo la calle, sobre los camellones o en las rotondas.
- Se recomienda también el uso de pozos secos de infiltración, los cuales se pueden colocar en las rotondas de las calles cerradas, cuyos criterios de diseño son los que a continuación se mencionan:
 - i. Cada pozo podrá servir para hasta 90 m² de superficie impermeable, tanto para arenas medias o gruesas
 - ii. El diámetro mínimo de un pozo seco es de 1.20 m y su profundidad es de 1.50 m (1.20 metros de grava y 0.30 m de cubierta de algún material adecuado.
 - iii. Se debe colocar un filtro de malla (geotextil) en la parte superior del relleno y en los lados de la trinchera o del pozo antes del relleno.
 - iv. En pendientes pronunciadas se debe realizar una evaluación geotécnica antes de construir el pozo.

Pozo de infiltración tipo en rotonda de calle



Sección longitudinal

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Aparicio Mijares.
Fundamentos de hidrología de superficie
Editorial Limusa. Grupo Noriega editores.
México, D.F. (2001).
2. Viessman, W. Jr., Harbaugh, T.E., Knap, J.W.
Introduction to Hydrology.
Intertext Educ. Publ. New York (1972).
3. Hidráulica General.
Gilberto Sotelo Ávila.
Editorial Limusa. Grupo Noriega editores.
México, D.F (1996).
4. J.L. Sánchez B.
Mecánica del Medio continuo.
Textos Universitarios, UNAM, D9; México, D.F.
(1972).
5. E. Levi.
Mecánica de los fluidos.
Facultad de Ingeniería, UNAM, México, D.F.
(1965).
6. Ven Te Chow.
Open Channel Hydraulics.
McGraw-Hill Book, Nueva York (1959).
7. F.J. Domínguez,
Hidráulica.
Editorial Universitaria, S.A.; Santiago de
Chile (1959).

APÉNDICES

APÉNDICE A

Datos de lluvia para la estación climatológica Monterrey y generación de curvas I-D-Tr.

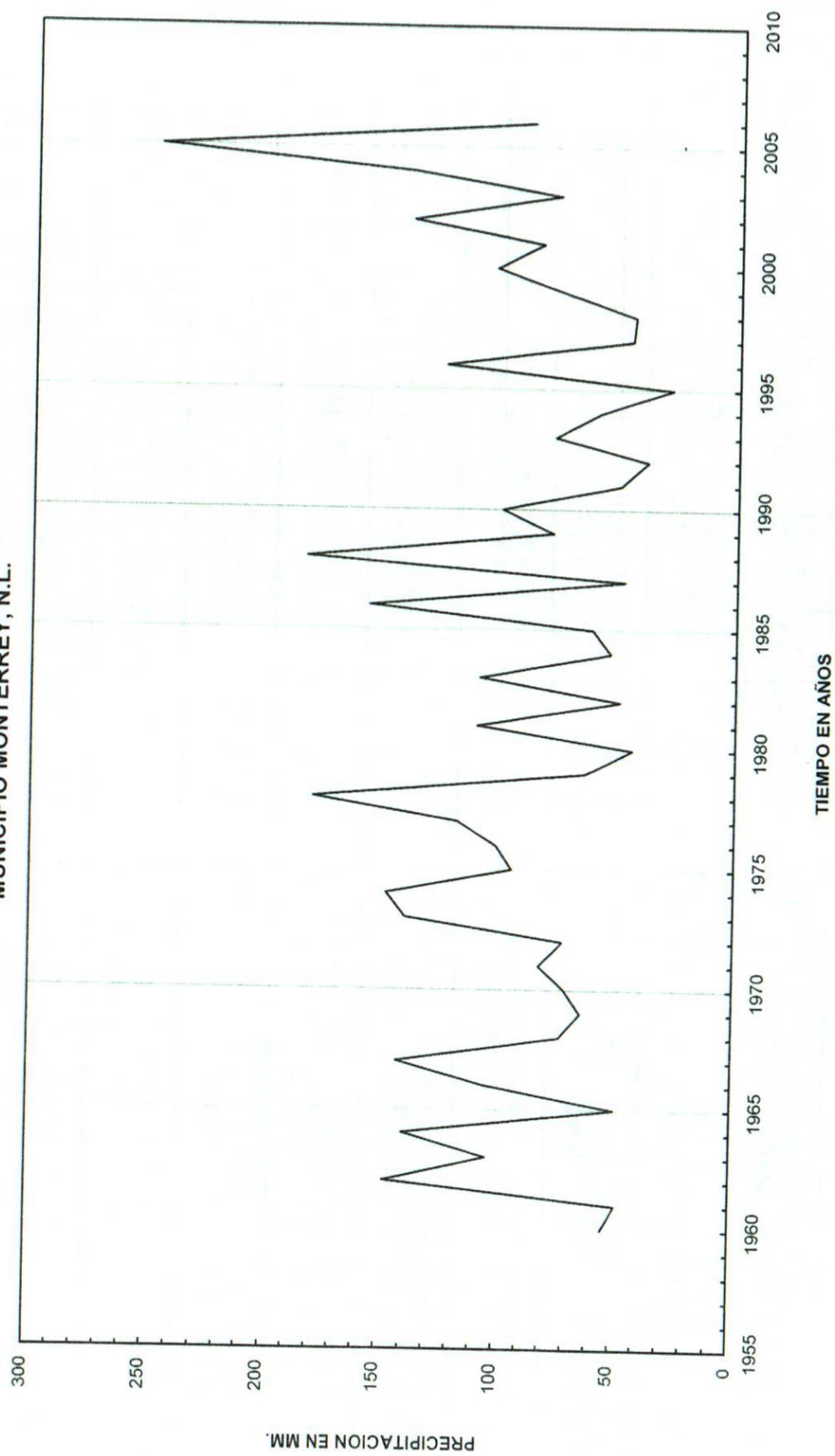
REGISTRO MENSUAL DE LLUVIAS MAXIMAS ACUMULADAS EN 24 HORAS EN MM.

ESTACION: MONTERREY-CNA
MUNICIPIO: MONTERREY
ESTADO: NUEVO LEON
LATITUD: 25° 40' 58"
LONGITUD: 100° 16' 18"

No. DATOS = 47.00
MEDIA = 93.79
DESV. ESTANDAR = 46.14
SD = SIN DATOS
inap = INAPRECIABLE

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1960	2.5	20.5	5.5	8.0	2.3	1.8	9.5	29.7	53.8	13.6	24.2	8.9	53.8
1961	3.1	2.4	42.0	20.5	7.5	40.0	14.0	32.0	32.0	48.0	8.0	2.0	48.0
1962	2.5	0.0	3.0	3.0	6.5	58.5	0.0	15.5	147.5	49.5	7.5	14.5	147.5
1963	2.0	3.5	32.5	52.0	20.5	15.0	26.4	17.5	103.7	9.3	0.5	6.2	103.7
1964	7.0	2.1	4.2	26.4	20.0	11.5	12.0	26.5	140.0	44.5	24.5	10.4	140.0
1965	5.6	15.0	9.1	7.8	25.0	4.4	1.1	49.0	44.5	32.0	12.0	12.0	49.0
1966	8.0	40.0	8.1	39.5	68.0	32.0	1.0	32.0	105.0	31.5	74.5	0.0	105.0
1967	7.0	13.5	59.3	11.5	46.5	4.0	53.0	102.0	143.0	27.0	12.0	1.0	143.0
1968	12.0	5.0	9.5	9.0	19.5	17.0	55.0	35.5	71.0	73.0	5.0	0.0	73.0
1969	0.0	4.0	3.0	5.4	29.0	33.0	35.0	47.0	64.0	31.5	25.0	10.5	64.0
1970	8.0	60.0	1.8	28.0	18.0	20.0	48.0	10.0	71.0	8.0	0.0	4.0	71.0
1971	5.5	2.5	0.0	0.0	13.0	24.0	23.5	60.0	82.0	28.0	20.0	5.0	82.0
1972	5.0	6.5	2.0	4.0	30.6	72.0	35.0	19.5	60.0	38.7	6.0	1.0	72.0
1973	10.5	13.0	0.0	7.3	6.0	140.0	10.0	50.0	19.0	70.0	13.0	8.1	140.0
1974	2.0	0.0	15.0	2.7	15.0	36.4	4.5	16.5	148.0	44.5	1.5	2.3	148.0
1975	6.3	10.0	2.5	12.0	10.0	4.6	94.5	17.3	38.0	7.5	1.4	21.0	94.5
1976	2.7	2.3	4.8	18.5	12.8	49.3	101.5	28.5	35.5	25.7	57.0	4.0	101.5
1977	7.3	8.0	4.3	15.8	20.1	2.6	3.0	31.4	103.3	118.0	0.0	4.0	118.0
1978	4.8	4.9	0.0	17.2	35.0	27.0	13.3	180.0	120.0	46.0	4.2	4.0	180.0
1979	1.4	1.7	15.5	18.0	18.0	49.0	46.0	27.0	63.5	0.0	6.5	24.8	63.5
1980	SD	5.3	0.0	11.0	41.0	16.8	33.5	26.2	43.0	38.5	20.0	4.0	43.0
1981	13.0	22.5	36.0	110.0	56.0	59.5	29.8	18.5	29.5	3.5	2.0	0.0	110.0
1982	0.0	5.5	21.5	19.5	20.0	8.5	2.0	27.5	30.0	SD	11.0	48.5	48.5
1983	4.0	0.0	8.0	0.0	109.0	4.7	SD	27.0	68.5	54.0	2.7	3.0	109.0
1984	42.0	0.0	0.0	0.0	40.0	17.5	38.6	4.0	53.0	5.1	17.0	1.8	53.0
1985	8.0	8.0	57.0	42.5	52.5	54.5	14.5	61.0	10.5	59.8	20.0	2.3	61.0
1986	1.0	0.6	3.7	20.0	47.2	25.8	2.8	22.0	156.5	41.5	21.0	24.5	156.5
1987	5.7	14.0	21.5	0.0	20.0	21.5	31.0	0.0	47.0	15.8	2.4	1.0	47.0
1988	12.0	8.0	2.3	9.2	26.4	68.5	13.5	44.3	183.9	28.0	0.0	0.0	183.9
1989	17.6	8.3	2.1	21.5	16.4	1.0	54.0	20.0	78.0	6.3	4.0	17.9	78.0
1990	2.0	3.0	10.0	12.8	12.3	12.5	12.5	19.5	52.5	100.5	6.5	0.0	100.5
1991	3.7	10.0	2.8	36.3	22.0	49.4	9.0	45.3	33.5	3.6	14.9	30.6	49.4
1992	15.0	7.8	3.0	19.0	38.0	12.0	0.8	22.0	14.5	33.0	10.3	6.2	38.0
1993	20.0	8.8	4.5	11.6	51.2	77.7	3.2	36.8	46.0	8.2	5.2	3.7	77.7
1994	59.0	6.5	24.0	12.8	39.0	8.0	1.7	2.3	SD	SD	SD	SD	59.0
1995	4.0	4.0	8.4	3.5	28.0	9.0	0.0	27.0	9.9	11.3	15.0	10.9	28.0
1996	8.6	8.6	7.5	8.0	4.1	14.0	20.5	125.2	2.0	73.0	3.2	0.0	125.2
1997	2.5	2.5	45.0	17.0	10.5	38.0	5.5	5.8	33.0	38.0	23.5	22.0	45.0
1998	0.0	0.0	13.5	2.5	0.0	13.0	4.8	36.0	41.0	44.0	23.0	2.0	44.0
1999	0.0	0.0	8.5	20.0	14.5	63.7	74.4	30.4	40.0	12.5	0.0	9.9	74.4
2000	4.5	4.5	15.0	3.7	62.0	43.6	23.5	43.4	85.0	104.0	5.5	8.0	104.0
2001	22.0	22.0	6.0	21.0	25.5	16.0	52.0	56.5	83.5	74.5	45.5	4.0	83.5
2002	0.0	0.0	3.0	1.5	2.0	140.0	27.0	6.5	125.0	79.5	8.5	0.3	140.0
2003	61.0	61.0	2.3	2.5	67.0	59.4	9.0	76.5	73.0	71.0	21.6	12.5	76.5
2004	5.5	5.5	32.4	24.6	20.0	26.5	8.3	102.0	139.5	22.5	11.6	0.9	139.5
2005	6.4	6.4	20.5	4.5	28.5	4.5	248.0	3.8	53.6	165.0	7.8	9.5	248.0
2006	inap	inap	7.1	4.0	16.0	29.1	58.0	13.3	88.0	66.0	22.0	60.4	88.0

PRECIPITACION MAXIMA ANUAL ACUMULADA EN 24 HRS. EN MM
ESTACION CLIMATOLOGICA MONTERREY-CNA
MUNICIPIO MONTERREY, N.L.



CURVAS DE ALTURA DE PRECIPITACION-DURACION-PERODO DE RETORNO
ESTACION CLIMATOLOGICA: MONTERREY-CNA
UBICACION: MONTERREY, N.L.

TR (AÑOS)	2	5	10	20	50	100	500	1000	10000
DURACION MINUTOS	HP (MM)	HP (MM)	HP (MM)	HP (MM)	HP (MM)	HP (MM)	HP (MM)	HP (MM)	HP (MM)
5	10.36	13.68	16.18	19.40	23.21	26.09	32.79	35.67	45.25
10	15.51	20.47	24.22	30.13	36.05	40.53	50.93	55.41	70.29
15	18.96	25.03	29.61	37.54	44.91	50.49	63.45	69.03	87.57
20	21.63	28.55	33.79	43.21	51.70	58.13	73.04	79.47	100.81
25	23.84	31.46	37.23	47.83	57.23	64.34	80.85	87.96	111.58
30	25.74	33.97	40.20	51.74	61.91	69.60	87.46	95.15	120.71
35	27.41	36.18	42.81	55.15	65.98	74.18	93.22	101.42	128.65
40	28.91	38.16	45.16	58.17	69.60	78.25	98.33	106.97	135.70
45	30.28	39.97	47.29	60.89	72.86	81.91	102.93	111.99	142.06
50	31.54	41.63	49.26	63.38	75.84	85.26	107.14	116.56	147.86
55	32.70	43.17	51.08	65.67	78.58	88.34	111.01	120.77	153.21
60	33.79	44.60	52.78	67.80	81.12	91.20	114.61	124.69	158.17
65	34.82	45.95	54.38	69.79	83.50	93.88	117.97	128.34	162.81
70	35.78	47.23	55.89	71.66	85.74	96.39	121.13	131.78	167.17
75	36.70	48.44	57.32	73.42	87.85	98.76	124.11	135.02	171.28
80	37.57	49.59	58.68	75.09	89.85	101.01	126.93	138.10	175.18
85	38.40	50.69	59.98	76.68	91.75	103.15	129.62	141.02	178.89
90	39.20	51.73	61.22	78.20	93.57	105.19	132.19	143.81	182.43
95	39.96	52.74	62.41	79.65	95.31	107.15	134.64	146.49	185.82
100	40.69	53.71	63.56	81.05	96.97	109.02	137.00	149.05	189.07
105	41.40	54.64	64.66	82.39	98.58	110.83	139.27	151.51	192.20
110	42.08	55.54	65.72	83.68	100.12	112.56	141.45	153.89	195.21
115	42.74	56.41	66.75	84.92	101.61	114.24	143.55	156.18	198.12
120	43.38	57.25	67.75	86.13	103.05	115.86	145.59	158.39	200.93
125	43.99	58.07	68.71	87.29	104.45	117.43	147.56	160.54	203.65
130	44.59	58.86	69.65	88.43	105.80	118.95	149.47	162.62	206.29
135	45.18	59.63	70.56	89.52	107.12	120.42	151.33	164.64	208.85
140	45.74	60.37	71.44	90.59	108.39	121.86	153.13	166.60	211.34
145	46.29	61.10	72.30	91.63	109.63	123.26	154.88	168.51	213.76
150	46.83	61.81	73.14	92.64	110.84	124.61	156.59	170.36	216.11
155	47.36	62.50	73.96	93.62	112.02	125.94	158.26	172.18	218.41
160	47.87	63.18	74.76	94.58	113.17	127.23	159.88	173.94	220.65
165	48.37	63.84	75.54	95.52	114.29	128.50	161.47	175.67	222.84
170	48.86	64.48	76.30	96.44	115.39	129.73	163.02	177.36	224.98
175	49.33	65.11	77.05	97.34	116.46	130.94	164.53	179.01	227.08
180	49.80	65.73	77.78	98.21	117.51	132.12	166.02	180.62	229.12
185	50.26	66.34	78.50	99.07	118.54	133.27	167.47	182.20	231.13
190	50.71	66.93	79.20	99.91	119.55	134.40	168.89	183.75	233.09
195	51.15	67.51	79.88	100.74	120.54	135.51	170.29	185.26	235.02
200	51.58	68.08	80.56	101.55	121.51	136.60	171.66	186.75	236.90
205	52.00	68.64	81.22	102.34	122.46	137.67	173.00	188.21	238.76
210	52.42	69.19	81.87	103.12	123.39	138.72	174.32	189.65	240.58
215	52.83	69.73	82.51	103.89	124.31	139.75	175.61	191.06	242.36
220	53.23	70.26	83.14	104.64	125.21	140.76	176.88	192.44	244.12
225	53.62	70.78	83.75	105.38	126.09	141.76	178.14	193.80	245.85
230	54.01	71.29	84.36	106.11	126.96	142.74	179.37	195.14	247.54
235	54.39	71.79	84.96	106.83	127.82	143.70	180.58	196.46	249.21
240	54.77	72.29	85.54	107.53	128.66	144.65	181.77	197.75	250.86
245	55.14	72.78	86.12	108.22	129.49	145.58	182.94	199.03	252.48
250	55.51	73.26	86.69	108.91	130.31	146.50	184.10	200.29	254.07
255	55.86	73.73	87.25	109.58	131.12	147.41	185.23	201.52	255.64
260	56.22	74.20	87.80	110.24	131.91	148.30	186.35	202.74	257.19
265	56.57	74.66	88.35	110.90	132.69	149.18	187.46	203.95	258.71
270	56.91	75.12	88.89	111.54	133.46	150.05	188.55	205.13	260.22
275	57.25	75.56	89.42	112.18	134.22	150.90	189.63	206.30	261.70
280	57.58	76.00	89.94	112.81	134.98	151.75	190.69	207.46	263.17
285	57.91	76.44	90.45	113.43	135.72	152.58	191.73	208.60	264.61
290	58.24	76.87	90.96	114.04	136.45	153.40	192.77	209.72	266.04
295	58.56	77.29	91.46	114.64	137.17	154.21	193.79	210.83	267.45
300	58.88	77.71	91.96	115.24	137.88	155.02	194.79	211.93	268.84

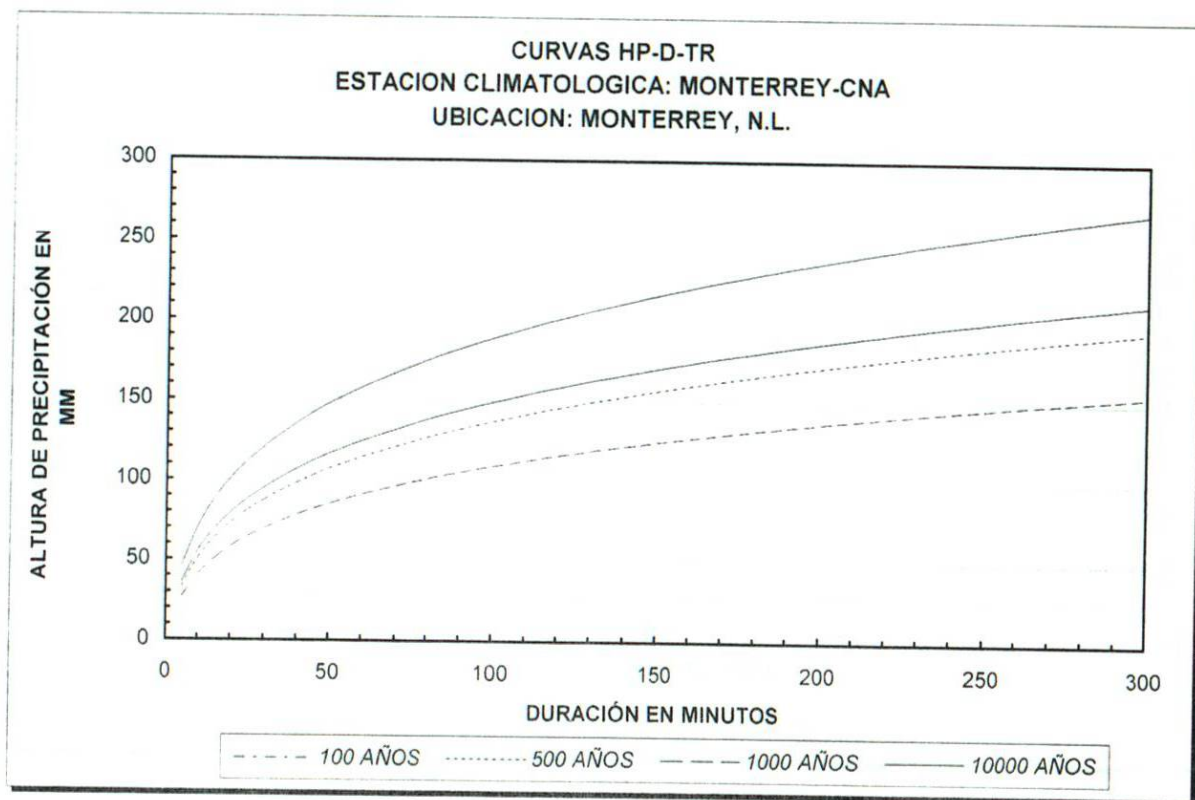
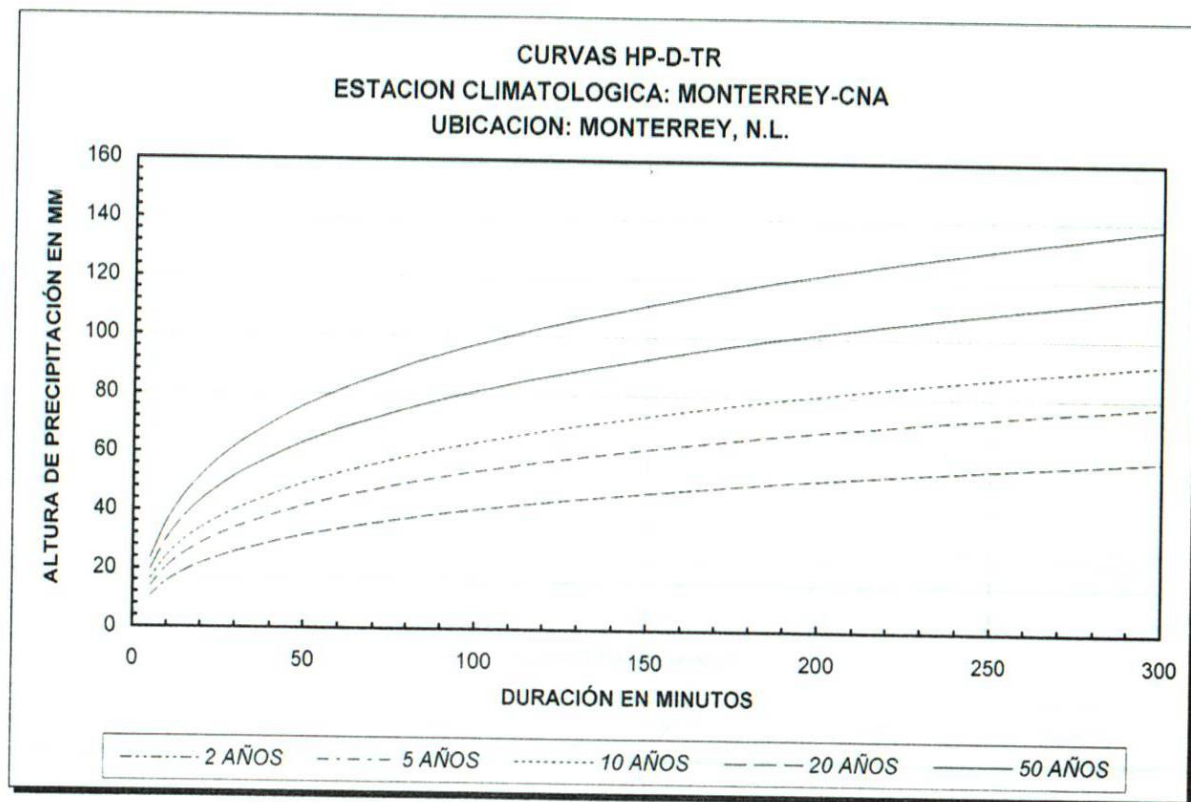
CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-PERIDO DE RETORNO
ESTACION CLIMATOLOGICA: MONTERREY-CNA
UBICACION: MONTERREY, N.L.

TR (AÑOS)	2	5	10	20	50	100	500	1000	10000
-----------	---	---	----	----	----	-----	-----	------	-------

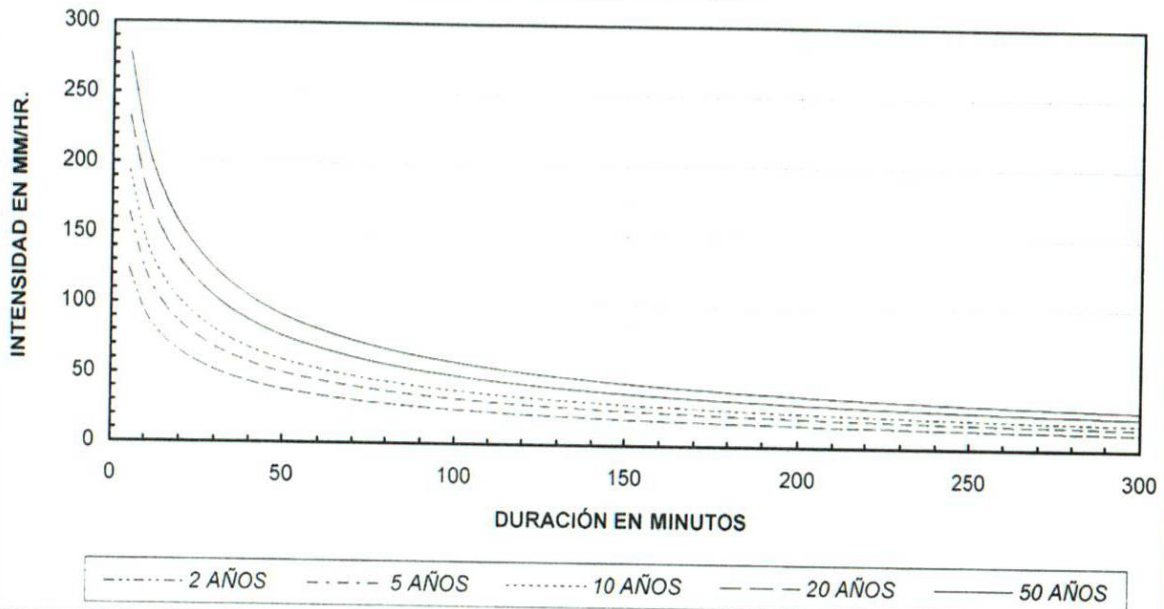
DURACION MINUTOS	I (MM/HR)	I (MM/HR)	I (MM/HR)	I (MM/HR)	I (MM/HR)	I (MM/HR)	I (MM/HR)	I (MM/HR)	I (MM/HR)
5	124.33	164.11	194.19	232.74	278.48	313.08	393.42	428.02	542.97
10	93.06	122.82	145.34	180.79	216.32	243.20	305.61	332.48	421.77
15	75.85	100.11	118.46	150.15	179.66	201.98	253.81	276.13	350.28
20	64.89	85.65	101.36	129.63	155.11	174.38	219.13	238.40	302.42
25	57.21	75.52	89.36	114.79	137.35	154.41	194.04	211.10	267.79
30	51.47	67.94	80.39	103.48	123.82	139.20	174.92	190.31	241.41
35	46.99	62.02	73.39	94.53	113.11	127.17	159.80	173.85	220.54
40	43.37	57.24	67.73	87.25	104.40	117.37	147.49	160.46	203.55
45	40.37	53.29	63.06	81.19	97.15	109.22	137.25	149.32	189.41
50	37.85	49.95	59.11	76.06	91.00	102.31	128.57	139.87	177.44
55	35.68	47.09	55.72	71.64	85.72	96.37	121.10	131.75	167.14
60	33.79	44.60	52.78	67.80	81.12	91.20	114.61	124.69	158.17
65	32.14	42.42	50.20	64.42	77.08	86.66	108.89	118.47	150.28
70	30.67	40.48	47.90	61.42	73.49	82.62	103.82	112.95	143.29
75	29.36	38.75	45.86	58.74	70.28	79.01	99.29	108.02	137.02
80	28.18	37.19	44.01	56.32	67.39	75.76	95.20	103.57	131.39
85	27.11	35.78	42.34	54.13	64.77	72.81	91.50	99.55	126.28
90	26.13	34.49	40.81	52.13	62.38	70.13	88.13	95.88	121.62
95	25.24	33.31	39.42	50.31	60.19	67.67	85.04	92.52	117.36
100	24.42	32.23	38.13	48.63	58.18	65.41	82.20	89.43	113.44
105	23.66	31.22	36.95	47.08	56.33	63.33	79.58	86.58	109.83
110	22.95	30.29	35.85	45.64	54.61	61.40	77.15	83.94	106.48
115	22.30	29.43	34.83	44.31	53.02	59.60	74.90	81.48	103.37
120	21.69	28.63	33.87	43.06	51.53	57.93	72.80	79.20	100.46
125	21.12	27.87	32.98	41.90	50.14	56.37	70.83	77.06	97.75
130	20.58	27.16	32.15	40.81	48.83	54.90	68.99	75.05	95.21
135	20.08	26.50	31.36	39.79	47.61	53.52	67.26	73.17	92.82
140	19.60	25.87	30.62	38.82	46.45	52.23	65.63	71.40	90.57
145	19.16	25.28	29.92	37.91	45.37	51.00	64.09	69.73	88.45
150	18.73	24.72	29.26	37.05	44.34	49.85	62.64	68.15	86.45
155	18.33	24.19	28.63	36.24	43.36	48.75	61.26	66.65	84.55
160	17.95	23.69	28.04	35.47	42.44	47.71	59.96	65.23	82.75
165	17.59	23.21	27.47	34.74	41.56	46.73	58.72	63.88	81.03
170	17.24	22.76	26.93	34.04	40.73	45.79	57.54	62.60	79.41
175	16.91	22.32	26.42	33.37	39.93	44.89	56.41	61.37	77.85
180	16.60	21.91	25.93	32.74	39.17	44.04	55.34	60.21	76.37
185	16.30	21.51	25.46	32.13	38.45	43.22	54.31	59.09	74.96
190	16.01	21.14	25.01	31.55	37.75	42.44	53.33	58.03	73.61
195	15.74	20.77	24.58	31.00	37.09	41.70	52.40	57.00	72.31
200	15.47	20.42	24.17	30.46	36.45	40.98	51.50	56.03	71.07
205	15.22	20.09	23.77	29.95	35.84	40.29	50.63	55.09	69.88
210	14.98	19.77	23.39	29.46	35.25	39.63	49.80	54.19	68.74
215	14.74	19.46	23.03	28.99	34.69	39.00	49.01	53.32	67.64
220	14.52	19.16	22.67	28.54	34.15	38.39	48.24	52.48	66.58
225	14.30	18.87	22.33	28.10	33.62	37.80	47.50	51.68	65.56
230	14.09	18.60	22.01	27.68	33.12	37.24	46.79	50.91	64.58
235	13.89	18.33	21.69	27.27	32.63	36.69	46.10	50.16	63.63
240	13.69	18.07	21.39	26.88	32.17	36.16	45.44	49.44	62.71
245	13.50	17.82	21.09	26.50	31.71	35.65	44.80	48.74	61.83
250	13.32	17.58	20.81	26.14	31.27	35.16	44.18	48.07	60.98
255	13.14	17.35	20.53	25.78	30.85	34.68	43.58	47.42	60.15
260	12.97	17.12	20.26	25.44	30.44	34.22	43.00	46.79	59.35
265	12.81	16.90	20.00	25.11	30.04	33.78	42.44	46.18	58.58
270	12.65	16.69	19.75	24.79	29.66	33.34	41.90	45.59	57.83
275	12.49	16.49	19.51	24.48	29.29	32.92	41.37	45.01	57.10
280	12.34	16.29	19.27	24.17	28.92	32.52	40.86	44.46	56.39
285	12.19	16.09	19.04	23.88	28.57	32.12	40.36	43.91	55.71
290	12.05	15.90	18.82	23.59	28.23	31.74	39.88	43.39	55.04
295	11.91	15.72	18.60	23.32	27.90	31.37	39.41	42.88	54.40
300	11.78	15.54	18.39	23.05	27.58	31.00	38.96	42.39	53.77

ESTACION CLIMATOLOGICA: MONTERREY-CNA
UBICACION: MONTERREY, N.L.

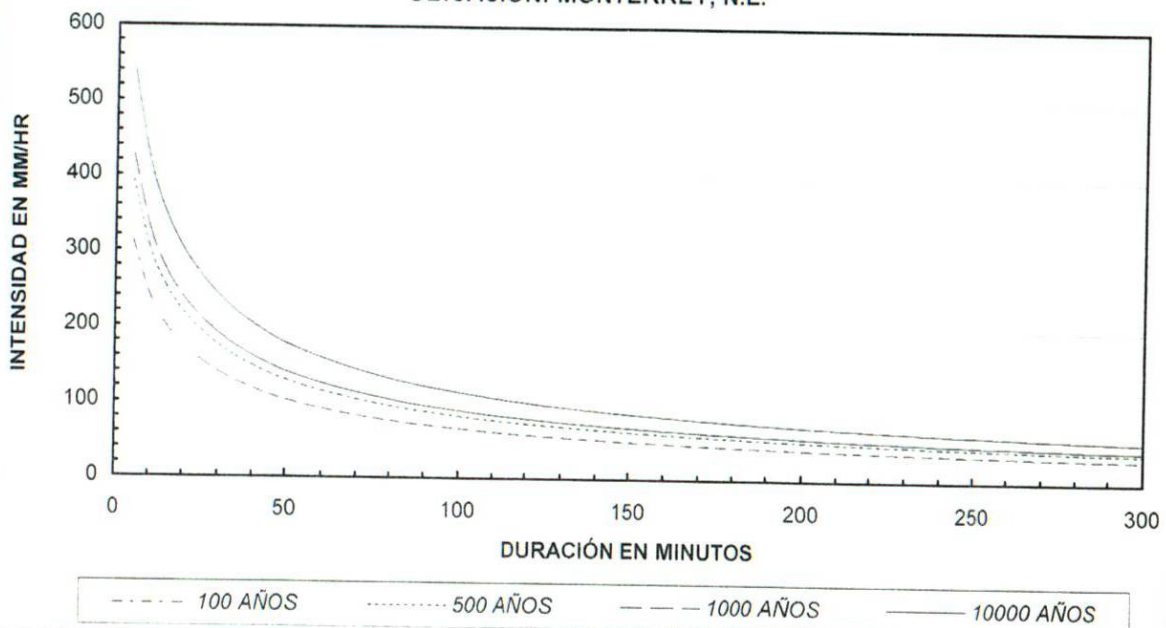
DATOS:	
NUMERO DE AÑOS REGISTRADOS:	n= 47.00
MEDIA ARITMETICA:	X= 93.7894
DESVIACION ESTANDAR:	S= 46.1427
COCIENTE LLUVIA-DURACION:	R= 0.3882
DATOS CALCULADOS:	
PARAMETRO DE LA DISTRIBUCION DE GUMBELL:	My= 0.5470
PARAMETRO DE LA DISTRIBUCION DE GUMBELL:	Sy= 1.1548
PARAMETRO DE UBICACION:	A= 0.0250
PARAMETRO DE FORMA:	B= 71.9317
PARAMETROS REGIONALES:	a= 21.2861
	b= 6.6421
	c= 0.7
RELACION LLUVIA-PERIDO DE RETORNO:	F= 1.5801
ALTURA DE PRECIPITACION, PARA D=60 MIN. Y TR=2 AÑOS	P,60,2= 33.6088
ALTURA DE PRECIPITACION, PARA D=60 MIN. Y TR=10 AÑOS	P,60,10= 52.7810



CURVAS I-D-TR
ESTACION CLIMATOLOGICA: MONTERREY-CNA
UBICACION: MONTERREY, N.L.



CURVAS I-D-TR
ESTACION CLIMATOLOGICA: MONTERREY-CNA
UBICACION: MONTERREY, N.L.



APÉNDICE B

PLANOS

APÉNDICE B.1

PLANO GENERAL DE UBICACIÓN



Plano de Ubicación



NOTAS:

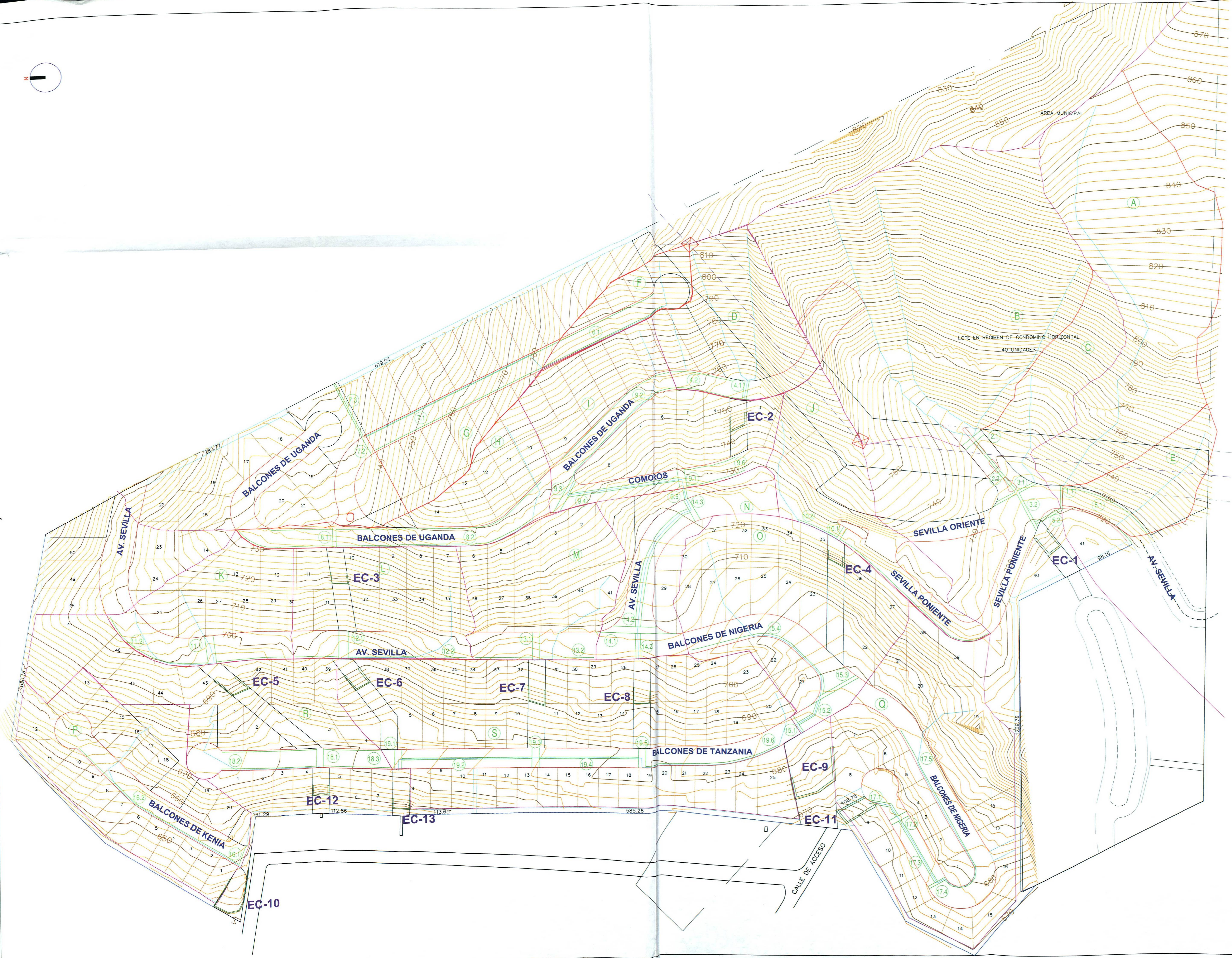
El área de estudio corresponde al flanco Noroeste del Cerro del Mirador, en el municipio de San Pedro, en una cuenca de aproximadamente 0.373 km². La elevación media de la cuenca en estudios de 705 m.s.n.m. Colinda con la siguientes colonia: Lomas de San Agustín, Colonial San Agustín y Real del Valle

La cuenca forma parte de un anticlinal de la Sierra Madre Oriental y las unidades geológicas presentes en el área, están conformadas por rocas de origen sedimentario, constituidas limos (limonitas), gravas cantos rodados, lutitas (arcilla compactada), margas arcilla y calizas.

La vegetación nativa del sitio, presenta estratos como el Mezquite (*prosopis glandulosa*), Huizache (*acacia farnesiana*), Anacahita (*cordia boisieri*), estrato arbustivo: Chaparro prieto (*acacia rigidula*), Cenizo (*Leucophillum frutescens*) y alguna opuntias como el tasajillo (*opuntia leptocaulis*)

APÉNDICE B.2

PLANO DE UBICACIÓN DE LAS ESTRUCTURA PLUVIALES Y DE CONTROL



Ubicación



Simbología

Curva de Nivel	870
Identificación de la Sucuencia	A
Parteaguas de la subcuencia	2.1
Identificador de estructura pluvial	EC-1
Identificador de estructura de Control	SEVILLA ORIENTE
Nombre de la calle	
Torre de alta tensión	
Derecho de vía de línea de energía	
Línea de alta tensión	
Escorrentamiento	
Boca de tormenta	
Estructura de Control	
Cordón de banqueta	
Alcantarilla pluvial	
Cunetas	

NOTAS:

Las estructuras pluviales, están representadas de manera esquemática, sus dimensiones se detallan en la hoja resumen del cálculo y revisión hidráulico.

Las estructuras de control, también son esquemáticas, sus dimensiones también se detallan en la hoja de cálculo estructural.

Las subcuencias se determinaron con base a la topografía y al escurrimiento inducido por las calles.

No.	REVISION/APROBACION	FECHA
-----	---------------------	-------

BALCONES DEL CAMPESTRE

SAN PEDRO GARZA GARCIA, N. L.

Universidad Autonoma
de Nuevo León



Facultad de
Ingeniería Civil

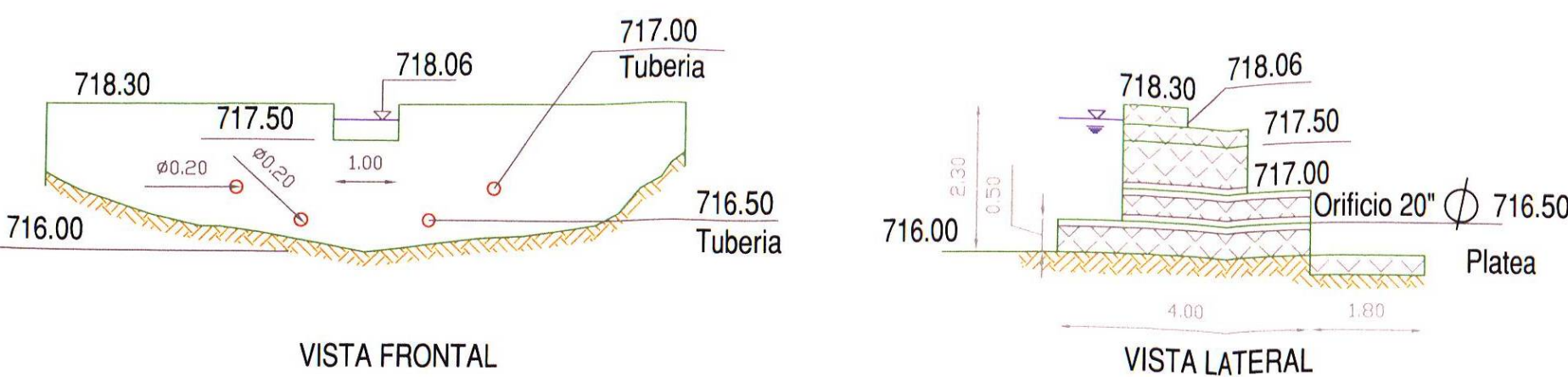
ESTRUCTURAS PLUVIALES Y DE CONTROL

ESCALA:	1:1,000	ACOTACIONES:	
DISCIPLINA:	Hidráulica	PROYECTO No.	
DISEÑO:	Ing. Romeo Palacios Suárez	FECHA:	30 de agosto del 2007
DIBUJO:	Ing. Romeo Palacios Suárez	PLANO No.	
APROBO:		HOJA:	RP-01
		DE	

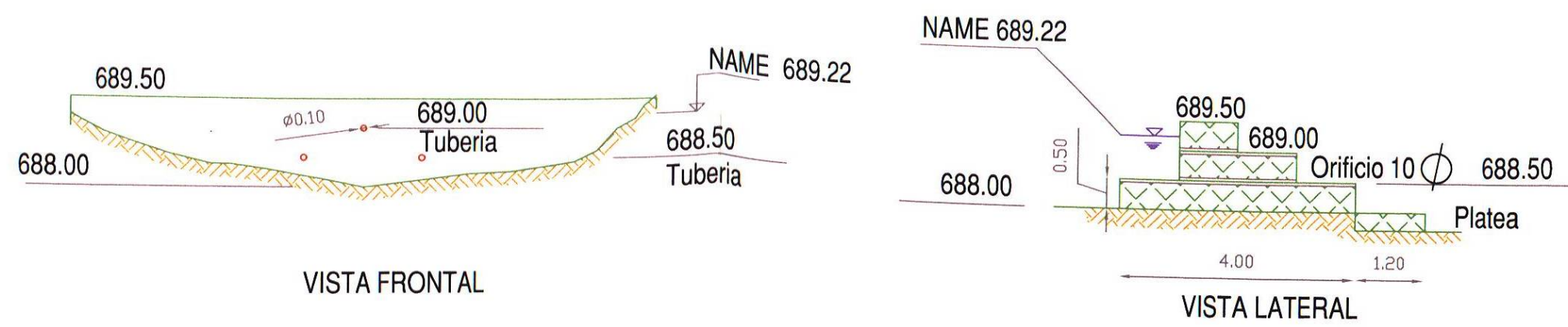
APÉNDICE B.3

PLANO DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS PLUVIALES

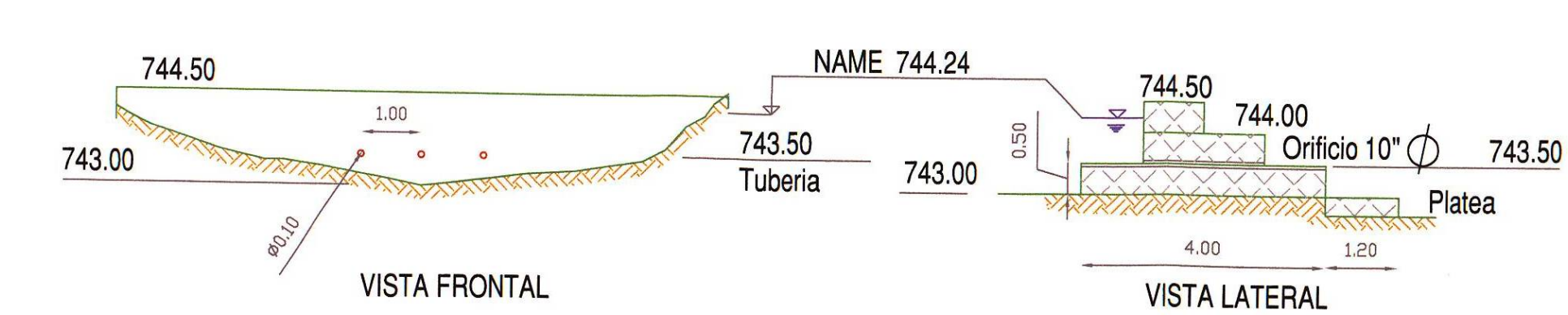
Estructura de Control No. 1



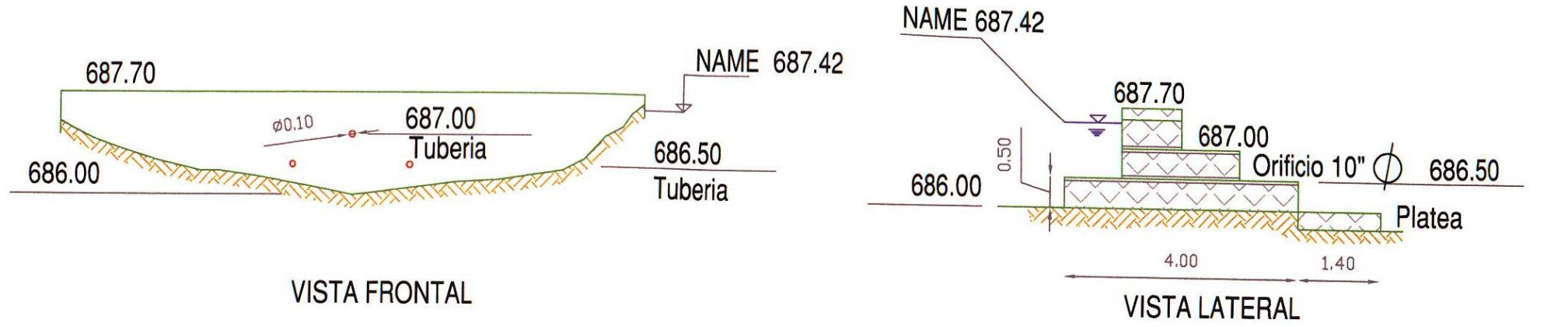
Estructura de Control No. 5



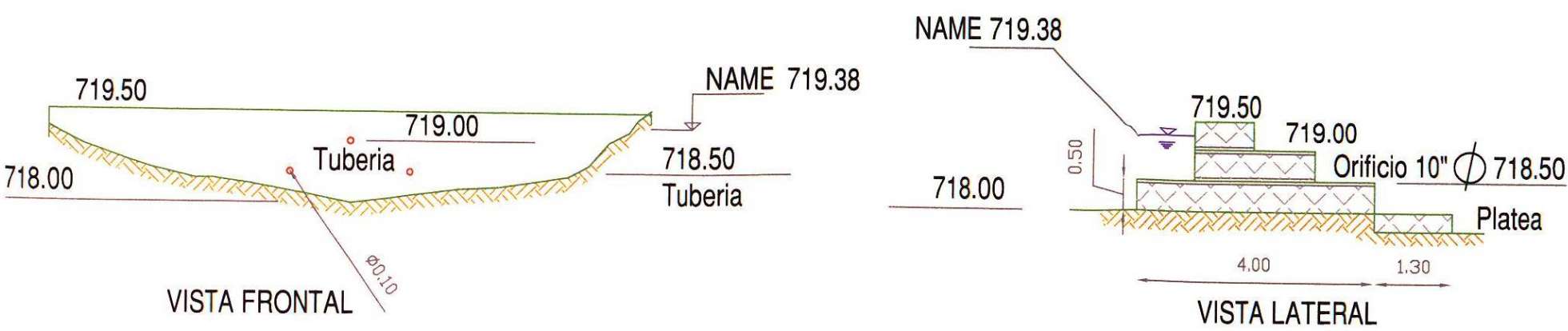
Estructura de Control No. 2



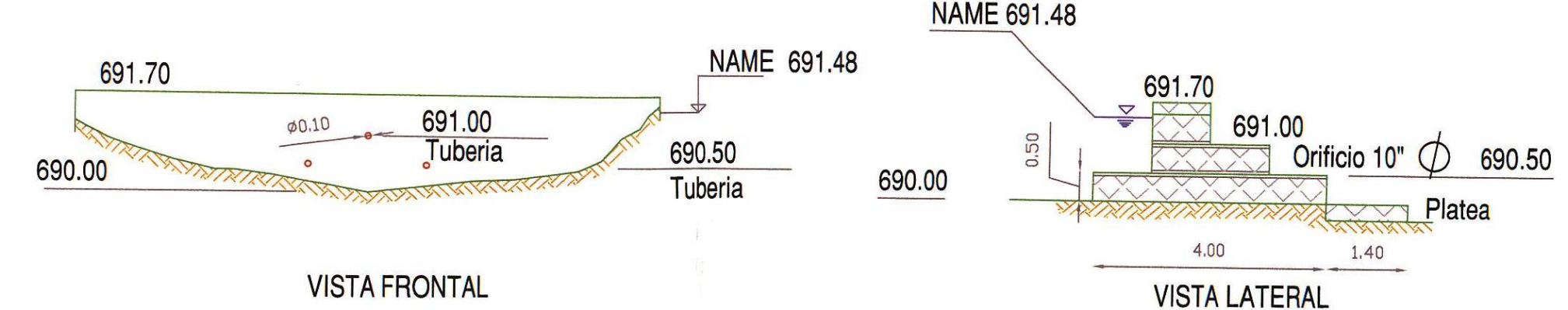
Estructura de Control No. 6



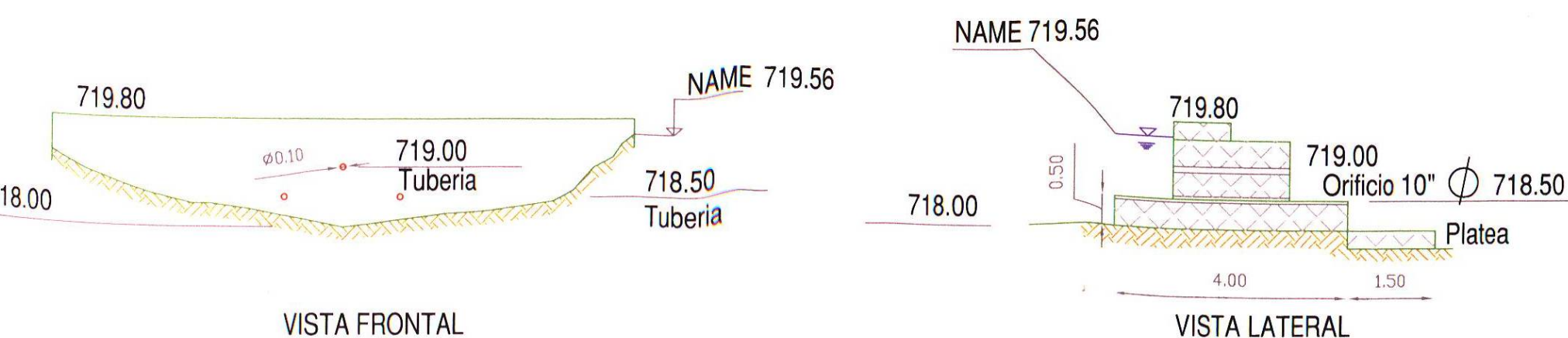
Estructura de Control No. 3



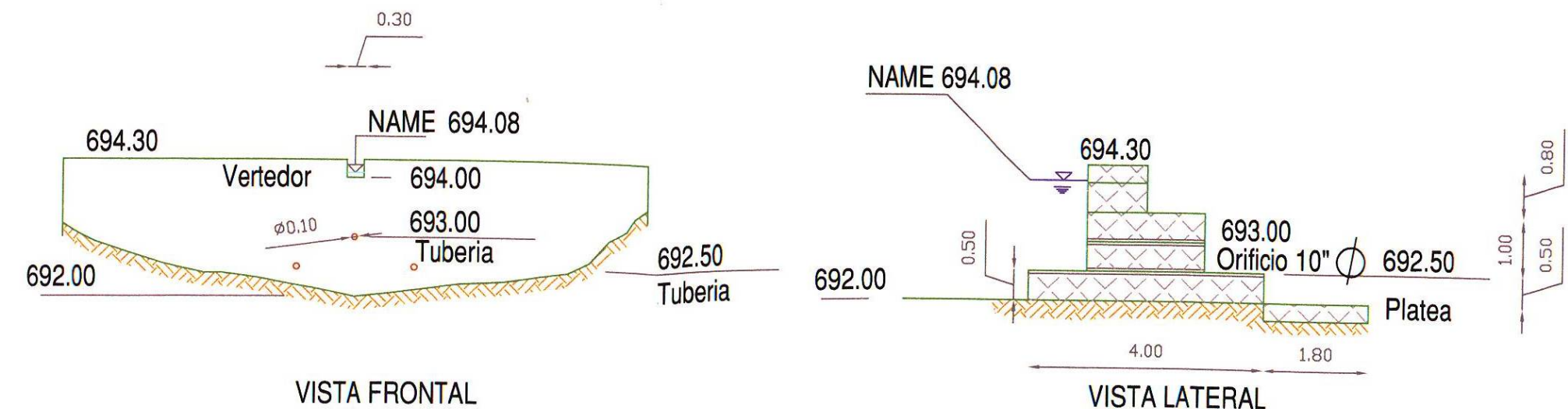
Estructura de Control No. 7



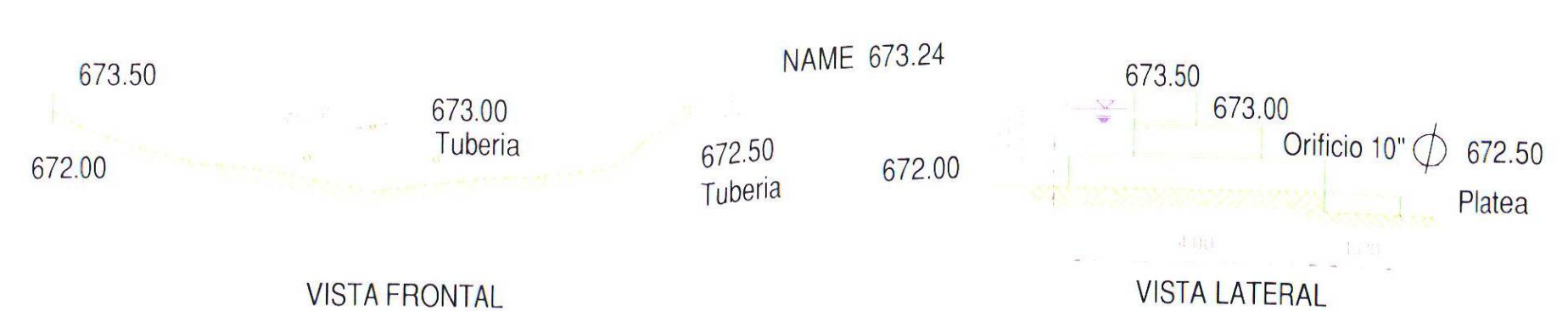
Estructura de Control No. 4



Estructura de Control No. 8



Estructura de Control No. 9



NOTAS:

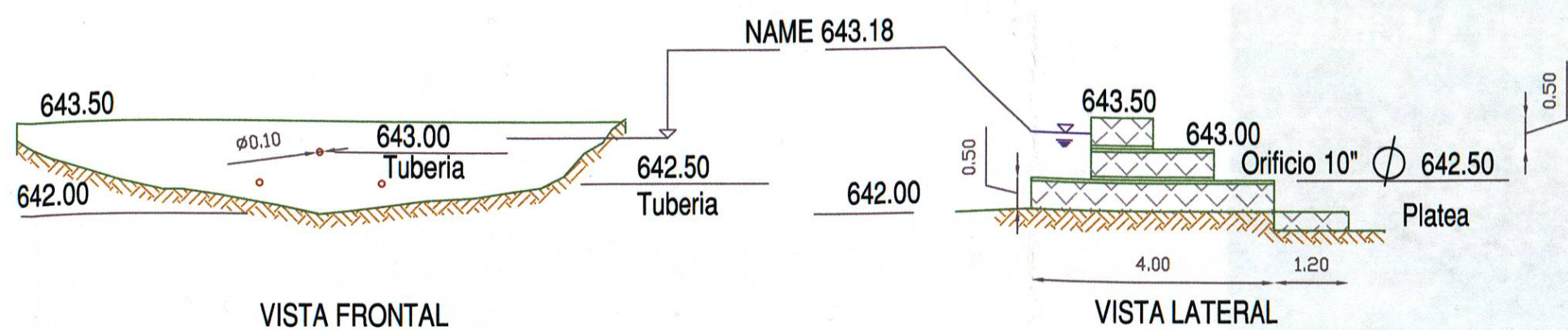
Para el cálculo estructural se consideró que la roca tiene un peso específico de 1.600 kg/cm², se despreció el empuje debido a sismo y la supresión. Se tomó como base que la resultante del sistema de fuerzas aplicara en el tercio medio de la base de la estructura.

Para el cálculo de la platea, se utilizaron las ecuaciones de tiro parabólico en caída libre, y se aplicó la ecuación de Torricelli, afectada por un coeficiente de velocidad, que está en función del número de Reynolds y corrige la velocidad debido a la pérdida de energía por la contracción.

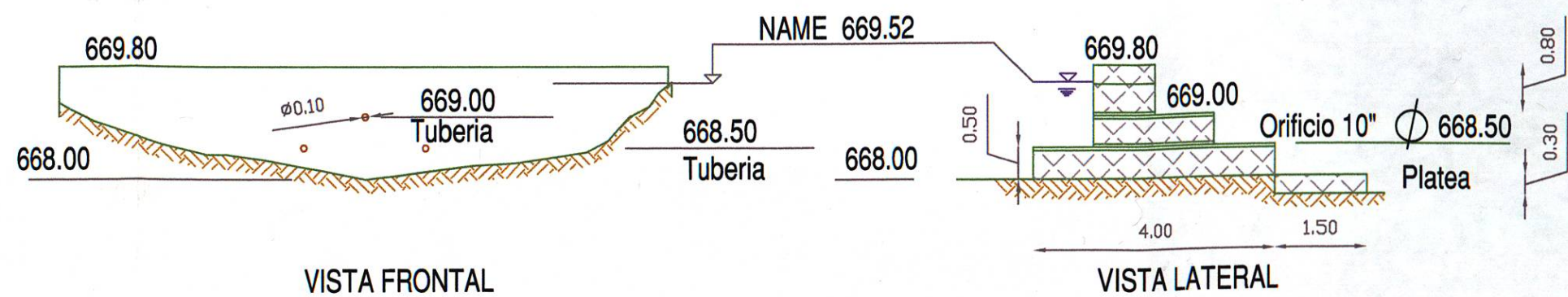
SIMBOLOGÍA

Cota m.s.n.m.	716.50
Tubería	○
Diámetro de la tubería	φ
Nivel del espejo de agua	~

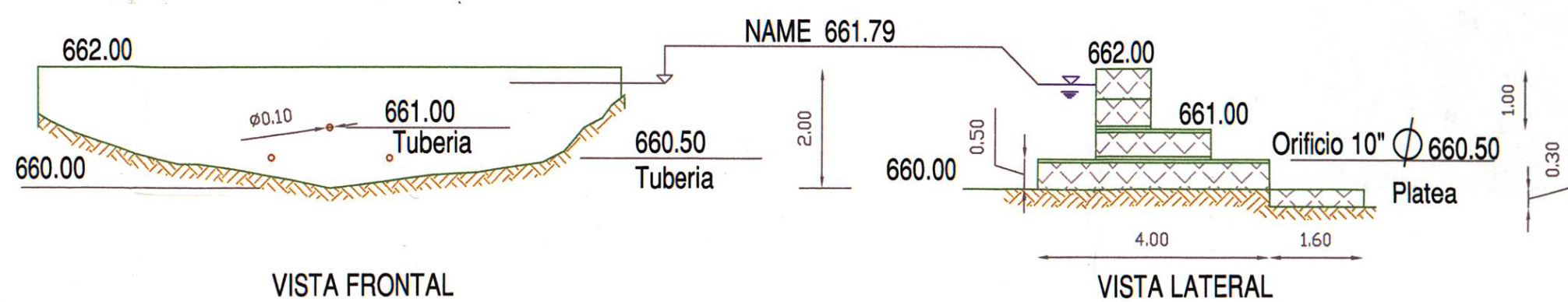
Estructura de Control No. 10



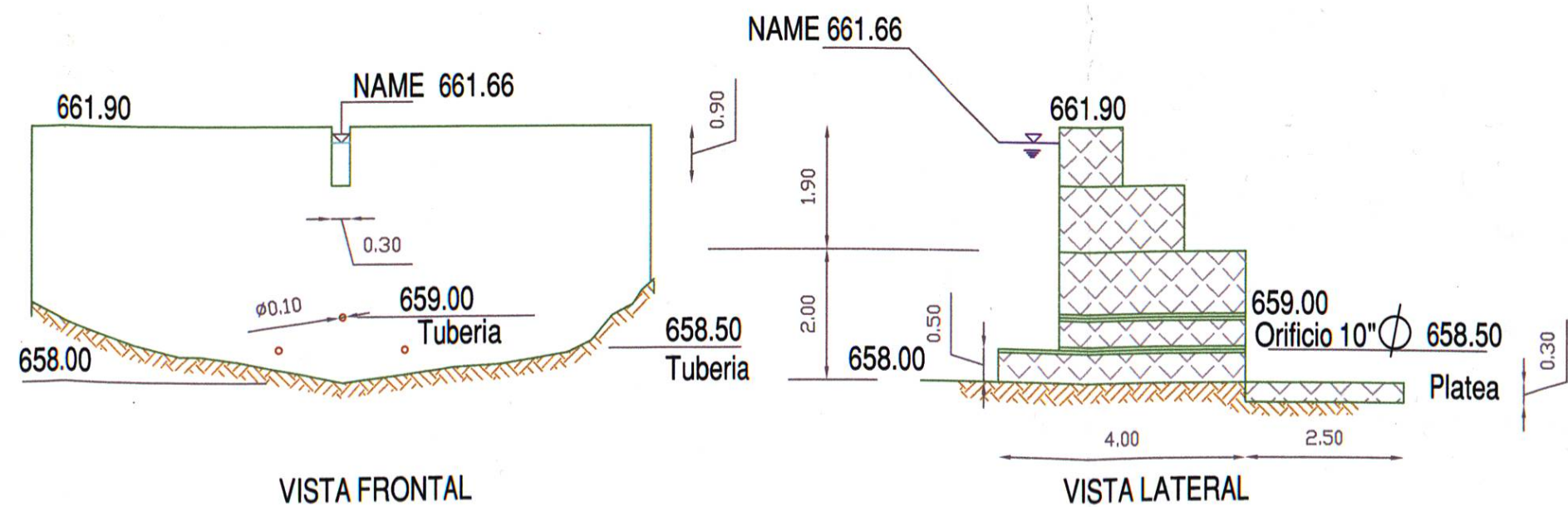
Estructura de Control No. 11



Estructura de Control No. 12



Estructura de Control No. 13



Especificaciones Técnicas y Constructivas de los Gaviones y Colchonetas (Platea)

Tanto los gaviones como las colchonetas deben ser flexibles, en red de alambre a fuerte galvanización en los tipos y dimensiones indicados en las especificaciones técnicas de Lemac

Todo alambre usado en la fabricación de los gaviones y/o colchoneta, y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deben de cumplir con la norma ASTM 856, debiendo el alambre soportar una carga de ruptura de 38 a 502 km/cm2

La red debe ser de malla hexagonal doble o triple torción, y las torciones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros

El relleno para gavión, deberá consistir en piedra resistente y durable, que no sufra alteraciones cuando sea sumergida en Agua o sea expuesta a condiciones climáticas severas. Las piedras por los general deberán ser bolones o cantos rodados de río. Ninguna piedra deberá ser menor de 15 cm y mayor de 35 cm

Método Constructivo

La base de desplante deberá tener una buena compactación, previa nivelación del nivel de desplante. Debe evitarse la presencia de agua durante la construcción.

Los elementos que conforman los gaviones en estructuras deberán estar conectados en forma segura a lo largo de toda la longitud de los bordes de contacto por medio del alambre de amarre especificado.

Se tendrá que prever, junto con los gaviones, una cantidad suficiente de alambre de amarre y atirantamiento para la construcción de la obra. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1 m de altura. El diámetro del alambre de amarre debe ser como mínimo de 2.2 mm.

El relleno de piedra para los lados expuestos de las estructuras de gaviones deberá ser cuidadosamente seleccionado, a fin de obtener uniformidad en el tamaño. Cada pieza deberá ser colocada manualmente.

<div><div></div><div>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE INGENIERIA</div><div></div></div>	
BALCONES DEL CAMPESTRE	
SAN PEDRO GARZA GARCIA, N. L.	
ESTRUCTURAS PLUVIALES Y DE CONTROL	
ESCALA:	ACOTACIONES:
1:100	1:1,000
DISCIPLINA:	PROYECTO No.
Hidráulica	
DISEÑO:	FECHA:
Ing. Romeo Palacios Suárez	30 de agosto del 2007
DIBUJO:	PLANO No.
Ing. Romeo Palacios Suárez	RP-01
APROBO:	HOJA:
	DE

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Romeo Palacios Suárez

Candidato para el grado de

Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental

Tesis: Manejo integral y control del agua pluvial en la cuenca Balcones del Campestre.

Campo de estudio: Ingeniería Ambiental.

Biografía:

Datos Personales: Nacido en la Ciudad de México, el 27 de febrero de 1971, hijo de Julio Palacios Ruiz y Rosa Alicia Suárez Rivera.

Educación: Egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México. Grado obtenido: Ingeniero Civil, en 1995.

Experiencia profesional: Coordinador de proyectos relacionados con Peligros hidrometeorológicos y en el manejo y control del agua pluvial, en la APDUNL, supervisor ambiental en proyectos de gasoductos en la empresa ARB Arendal, S.A. de R.L.

